

(19) JAPANESE PATENT OFFICE (JP)

(12) LAID-OPEN PATENT GAZETTE (A)

(11) Publication Number

11-125835

(43) Date of Publication of Application May 11, 1999

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>		Domestic classification symbol		FI	
G02/F	1/1343			G02/F	1/1343
	1/133	550			1/133 550
	1/136	500			1/136 500
G09/F	9/35	305		G09/F	9/35 305

Request for examination: Not filed		Number of claims: 18		(Total pages: 17)	
(21) Application Number	09-339281	(71) Applicant	591129195		
				Obayashi Seiko KK	
(22) Date of Filing	October 21, 1997	(72) Inventor	Hirota Naoto		

(54) [TITLE OF THE INVENTION] LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)[ABSTRACT]

[OBJECT] In an active matrix liquid crystal display device of the horizontal electric field system, to realize a high quality image display with excellent contrast and an excellent visual angular characteristic by suppressing a color shift and preventing orientation trouble caused by an electric field disorder.

[COMPOSITION] An active matrix display device, in which display pixels composed of scanning signal lines, image signal lines, pixel electrodes, and active elements are formed on a substrate; a liquid crystal orientation film is formed on the substrate directly or via an insulator film; the substrate is disposed to face a color filter substrate on which a liquid crystal orientation film is formed; a liquid crystal layer is disposed between these substrates; each of the electrodes and the active elements are structured so that an electric field substantially parallel to the substrates can be applied on the liquid crystal layer and also connected to an external control

means which can arbitrarily control the electric field to be applied in accordance with the display pattern; and optical characteristics can be changed by the orientation conditions of the liquid crystal layer, is characterized in that the shape of the horizontal electric field generated by the liquid crystal drive electrode and the common electrode composing the pixel electrode becomes the distribution making the center of the pixel the line symmetry axis.

[CLAIMS]

[CLAIM 1] A liquid crystal display device comprising: an active matrix substrate including scanning signal wirings, image signal wirings, thin film transistors formed at intersections between the scanning signal wirings and the image signal wirings, liquid crystal drive electrode connected to the thin film transistors, and a common electrode at least a part of which faces the liquid crystal drive electrode; a counter substrate facing the active matrix substrate, and a liquid crystal layer disposed between the active matrix substrate and the counter substrate, wherein the liquid crystal drive electrode and the common electrode facing the liquid crystal drive electrode are bent to the alignment direction of liquid crystal molecules; respective electrodes are projected in the projection part direction of a bend in a bend part of a pixel central part; respective electrodes are bent in the recessed part direction of the bend at the pixel edge part; and the electric field distribution generated by the liquid crystal drive electrode and the common electrode opposed to the liquid crystal drive electrode becomes the distribution making the center of the pixel the line symmetry axis.

[CLAIM 2] A liquid crystal display device comprising: an active matrix substrate including scanning signal wirings, image signal wirings, thin film transistors formed at intersections between the scanning signal wirings and the image signal wirings, a liquid

crystal drive electrode connected to the thin film transistors, and a common electrode at least a part of which faces the liquid crystal drive electrode; a counter substrate facing the active matrix substrate, and a liquid crystal layer disposed between the active matrix substrate and the counter substrate, wherein the liquid crystal drive electrode and the common electrode facing the liquid crystal drive electrode are bent to the alignment direction of liquid crystal molecules in a pixel cycle; edge part electrodes in the respective pixels are bent to the projection direction of a bend; and the electric field distribution generated by the liquid crystal drive electrode and the common electrode opposed to the liquid crystal electrode becomes the distribution making either the scanning signal wirings or the image signal wirings the line symmetry axis.

[CLAIM 3] The liquid crystal display device of claim 1 and claim 2, wherein the liquid crystal layer disposed between the active matrix substrate and the counter substrate does not contain a chiral dopant material.

[CLAIM 4] The liquid crystal display device of claim 1 and claim 2, wherein the scanning signal wirings and the common electrode sandwich a part of the liquid crystal drive electrode via an insulator film.

[CLAIM 5] A liquid crystal display device comprising: an active matrix substrate including scanning signal wirings, image signal wirings, thin film transistors formed at intersections between the scanning signal wirings and the image signal wirings, a liquid crystal drive electrode connected to the thin film transistors, and a common electrode at least a part of which faces the liquid crystal drive electrode; a counter substrate facing the active matrix substrate, and a liquid crystal layer disposed between the active matrix substrate and the counter substrate, wherein the common

electrode and the liquid crystal drive electrode are separated from each other by two or more-layer insulator films.

[CLAIM 6] A liquid crystal display device comprising: an active matrix substrate including scanning signal wirings, image signal wirings, thin film transistors formed at intersections between the scanning signal wirings and the image signal wirings, a liquid crystal drive electrode connected to the thin film transistors, and a common electrode at least a part of which faces the liquid crystal drive electrode; a counter substrate facing the active matrix substrate, and a liquid crystal layer disposed between the active matrix substrate and the counter substrate, wherein the common electrode is disposed to be bent in two lines so as to cross the scanning signal wirings.

[CLAIM 7] The liquid crystal display device of claim 6, wherein the common electrode disposed to be bent in two lines so as to cross the scanning signal wirings is divided into an odd-numbered group and an even-numbered group which are respectively connected to connection electrodes for driving odd-numbered common electrodes and connection electrodes for driving even-numbered common electrodes.

[CLAIM 8] The liquid crystal display device of claim 7, wherein the common electrode is divided into the odd-numbered group and the even-numbered group which are respectively connected to the connection electrodes for driving the odd-numbered common electrodes and the connection electrodes for driving the even-numbered common electrodes; these two electrode groups are supplied with opposite-phase signal electrodes in a cycle of driving scanning signals; and liquid crystal drive electrodes facing the odd-numbered group common electrodes and the even-numbered group common electrodes are respectively supplied with image

signal voltage waveforms whose phases are opposite to those of the common electrodes.

[CLAIM 9] The liquid crystal display device of claim 6, wherein the common electrode disposed to be bent in two lines so as to cross the scanning signal wirings is separated from each other.

[CLAIM 10] The liquid crystal display device of claim 9, wherein the common electrode disposed to be bent in two lines so as to cross the scanning signal wirings is separated from each other; the separated independent common electrodes are supplied with signal voltages in a cycle twice as long as a field cycle so as to change the polarities of the supplied voltages every field cycle; and the liquid crystal drive electrodes facing the bent common electrodes are supplied with image signal voltage waveforms whose phases are opposite to those of the common electrodes, respectively.

[CLAIM 11] A liquid crystal display device comprising: an active matrix substrate including scanning signal wirings, image signal wirings, thin film transistors formed at intersections between the scanning signal wirings and the image signal wirings, a liquid crystal drive electrode connected to the thin film transistors, and a common electrode at least a part of which faces the liquid crystal drive electrode; a counter substrate facing the active matrix substrate, and a liquid crystal layer disposed between the active matrix substrate and the counter substrate, wherein the thin film transistors are alternately connected to the liquid crystal drive electrode across two consecutive lines before and after one scanning signal wiring, and the common electrode facing the liquid crystal drive electrode is separated from one line to another.

[CLAIM 12] The liquid crystal display device of claim 11, wherein the common electrode separated from one line to another are supplied with signal voltages at a cycle twice as long as the field

cycle so as to change the polarities of the supplied voltages every field cycle; and liquid crystal drive electrodes facing the common electrodes are supplied with image signal voltage waveforms whose phases are opposite to those of the common electrodes, respectively.

[CLAIM 13] The liquid crystal display device of claim 9 or claim 11, wherein the three kinds of electrodes: the scanning signal wirings, the image signal wirings, and the common electrodes are connected to anti-static connection electrodes in outer regions by anti-static nonlinear elements.

[CLAIM 14] A liquid crystal display device comprising an active matrix substrate on which thin film transistor are formed, a counter substrate facing the active matrix substrate, and being disposed between the active matrix substrate and the counter substrate, wherein scanning signal wirings are composed of two layers of aluminum and a high melting point metal, and the high melting point metal is applied on the aluminum and an aluminum oxide is formed on or around side walls where the high melting point metal is not applied and the aluminum is exposed.

[CLAIM 15] A liquid crystal display device comprising: an active matrix substrate including scanning signal wirings, image signal wirings, thin film transistors formed at intersections between the scanning signal wirings and the image signal wirings, a liquid crystal drive electrode connected to the thin film transistors, and a common electrode at least a part of which faces the liquid crystal drive electrode; a counter substrate facing the active matrix substrate, and a liquid crystal layer disposed between the active matrix substrate and the counter substrate, wherein a passivation film such as a silicon nitride film, a silicon oxide-nitride film, or an aluminum oxide film is formed on a color filter layer on the counter substrate, and then an overcoat layer for leveling is formed on the

passivation film.

[CLAIM 16] The liquid crystal display device of claim 15, wherein a conductive electrode shaped like a mesh or a stripe is formed on the overcoat layer on the passivation film, and this potential is set at around an intermediate value of TFT substrate-side image signal voltages.

[CLAIM 17] The liquid crystal display device of claim 15, wherein the conductive electrode formed shaped like a mesh or a stripe on the overcoat layer has a pattern width smaller than the underlying BM (black mask).

[CLAIM 18] The liquid crystal display device of claim 1 or claim 2, wherein the distance between the liquid crystal drive electrode and the common electrode within one pixel is not uniformed but is a combination of two different lengths.

#### [DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[INDUSTRIAL APPLICABILITY] The present invention relates to a large-screen active matrix liquid crystal display device with an excellent visual angular characteristic and high quality images.

[0002]

[PRIOR ART] A system of supplying an electric field to a liquid crystal composition layer by using a pair of arch-shaped electrodes on one of the substrates of a prior art active matrix liquid crystal display device are suggested in Japanese Laid-Open Patent Publication Nos. 7-36058, 7-159786, 6-160878, 7-191336, etc. The display system in which the direction for the electric field to be supplied to the liquid crystal composition layer is nearly parallel to the substrate interface is referred to as the horizontal electric field system. Figures 1 and 3 are examples of the prior art horizontal electric field system. A liquid crystal drive electrode ④ and a

common electrode ③ which are arch-shaped pixel electrodes are linear and disposed in parallel. The liquid crystal drive electrode and the common electrode in the center of and around a pixel are so shaped that the electric field distribution in a pixel electrode makes the center of the pixel a rotation symmetry axis. The rotation movement direction of liquid crystal molecules is one way within one pixel as shown in Figures 2 and 4.

[0003]

[PROBLEMS THE INVENTION IS GOING TO SOLVE] In a liquid crystal panel of the horizontal electric field system in which the pixel electrode is linear and the rotation movement direction of the liquid crystal molecules is one way, there is the problem of a color shift which makes color tones different between left and right when viewed from the horizontal direction. In addition, when the pre-tilt angle of the liquid crystal is 3 degrees or larger, the visual angular characteristic deteriorates, which causes a gradation inversion of the half tone region, thereby providing an extremely unnatural image display.

[0004] A liquid crystal panel of the horizontal electric field system with a bent pixel electrode has been suggested; however, the bent part and the electric field disorder around a pixel cause a lot of disclination defects, greatly deteriorating the black level, thereby decreasing contrast and causing a screen unevenness.

[0005] On the active matrix substrate side of the horizontal electric field system, if the insulator film has a defect such as a pin hole, the common electrode and the liquid crystal drive electrode which have a large intersection area may cause a short, resulting in a pixel defect. In order to reduce the process cost, scanning signal wirings and the common electrode are formed at the same time. In this process, when there is a pattern failure because there are



many regions where the scanning signal wirings and the common electrode are close to each other, it is impossible to avoid shorts between the scanning signal wirings and the common electrode, which makes the yield very low.

[0006] In a liquid crystal display device of the horizontal electric field system, the liquid crystal drive voltage tends to be higher than in the prior art TN liquid crystal display device of the vertical electric field system. This causes the problem that a driver IC with a high voltage output is demanded, leading to a high cost.

[0007] In a liquid crystal display device of the horizontal electric field system, the electric field between the liquid crystal drive electrode and the common electrode goes as far into as the glass substrate and the color filter layer on the color filter side, so the movable ionic substances contained in the glass substrate and the color filter layer pass through the overcoat layer and elute in the orientation film or in the liquid crystal. These movable ionic substances cause afterimages or a disorder in a pre-tilt angle, thereby suffering from unevenness, remarkably deteriorating the image quality.

[0008] The color filter substrate of the horizontal electric field system, which does not have a transparent conductive film on the entire surface unlike the prior art TN liquid crystal display device of the vertical electric field system, is vulnerable to the influence of static electricity, and suffering from orientation failure when charged up.

[0009] The present invention solves these problems, and its object is to provide a liquid crystal display device without gradation inversion and a color shift with excellent visual angular characteristic and excellent contrast. Another object is to reduce the cost by using a driving IC with a low voltage and improving the

yield in the liquid crystal process.

[0010]

[MEANS TO SOLVE THE PROBLEMS] In order to solve these problems and to achieve the above objects, the present invention uses the following means. In a liquid crystal display device comprising: an active matrix substrate including scanning signal wirings, image signal wirings, thin film transistors formed at intersections between the scanning signal wirings and the image signal wirings, liquid crystal drive electrode connected to the thin film transistors, and a common electrode at least a part of which faces the liquid crystal drive electrode; a counter substrate facing the active matrix substrate, and a liquid crystal layer disposed between the active matrix substrate and the counter substrate,

[means 1] The liquid crystal drive electrode and the common electrode facing the liquid crystal drive electrode are bent to the alignment direction of liquid crystal molecules; respective electrodes are projected in the projection part direction of a bend in a bend part of a pixel central part; respective electrodes are bent in the recessed part direction of the bend at the pixel edge part; and the electric field distribution generated by the liquid crystal drive electrode and the common electrode opposed to the liquid crystal drive electrode becomes the distribution making the center of the pixel the line symmetry axis.

[0011][means 2] The liquid crystal drive electrode and the common electrode facing the liquid crystal drive electrode are bent to the alignment direction of liquid crystal molecules in a pixel cycle; edge part electrodes in the respective pixels are bent to the projection direction of a bend; and the electric field distribution generated by the liquid crystal drive electrode and the common electrode opposed to the liquid crystal electrode becomes the distribution making

either the scanning signal wirings or the image signal wirings the line symmetry axis.

[0012][means 3] The liquid crystal does not contain a chiral dopant material so as to make the liquid crystal molecules rotate with the same rotation force in both left rotation and right rotation.

[0013] [means 4] In means 1 and means 2, the scanning signal wirings and the common electrode sandwich a part of the liquid crystal drive electrode via an insulator film.

[0014] [means 5] In a liquid crystal display device of the horizontal electric field system, the common electrode and the liquid crystal drive electrode are separated from each other by two or more-layer insulator films.

[0015] [means 6] In a liquid crystal display device of the horizontal electric field system, the common electrode is disposed to be bent in two lines so as to cross the scanning signal wirings.

[0016] [means 7] In means 6, the common electrode disposed to be bent in two lines so as to cross the scanning signal wirings is divided into an odd-numbered group and an even-numbered group, and these are respectively connected to connection electrodes for driving odd-numbered common electrodes and connection electrodes for driving even-numbered common electrodes.

[0017] [means 8] In means 7, the common electrode is divided into the odd-numbered group and the even-numbered group which are respectively connected to the connection electrodes for driving the odd-numbered common electrodes and the connection electrodes for driving the even-numbered common electrodes; these two electrode groups are supplied with opposite-phase signal electrodes in a cycle of driving scanning signals; and liquid crystal drive electrodes facing the odd-numbered group common electrodes and the even-numbered group common electrodes are respectively supplied

with image signal voltage waveforms whose phases are opposite to those of the common electrodes.

[0018] [means 9] In means 6, the common electrode disposed to be bent in two lines so as to cross the scanning signal wirings is separated from each other.

[0019] [means 10] In means 9, the common electrode disposed to be bent in two lines so as to cross the scanning signal wirings is separated from each other; the separated independent common electrodes are supplied with signal voltages at a frequency of an integral multiple of  $1/2$  of a field frequency so as to change the polarities of the supplied voltages every field cycle; and the liquid crystal drive electrodes facing the bent common electrodes are supplied with image signal voltage waveforms whose phases are opposite to those of the common electrodes, respectively.

[0020] [means 11] In a liquid crystal display device of the horizontal electric field system, the thin film transistors are alternately connected to the liquid crystal drive electrode across two consecutive lines before and after one scanning signal wiring, and the common electrode facing the liquid crystal drive electrode is separated from one line to another.

[0021] [means 12] In means 11, the common electrode separated from one line to another are supplied with signal voltages at a frequency of an integral multiple of  $1/2$  of a field frequency so as to change the polarities of the supplied voltages every field cycle; and liquid crystal drive electrodes facing the common electrodes are supplied with image signal voltage waveforms whose phases are opposite to those of the common electrodes, respectively.

[0022] [means 13] In means 9 or means 11, the three kinds of electrodes: the scanning signal wirings, the image signal wirings, and the common electrodes are connected to anti-static connection

electrodes in the outer regions by anti-static nonlinear elements.

[0023] [means 14] In an active matrix substrate liquid crystal display device, scanning signal wirings are composed of two layers of aluminum and a high melting point metal, and the high melting point metal is applied on the aluminum and an aluminum oxide is formed on or around side walls where the high melting point metal is not applied and the aluminum is exposed.

[0024] [means 15] In a liquid crystal display device of the horizontal electric field system, a counter substrate has a structure in which a passivation film such as a silicon nitride film, a silicon oxide-nitride film, or an aluminum oxide film is formed on a color filter layer on the counter substrate, and then an overcoat layer for leveling is formed on the passivation film.

[0025] [means 16] In means 15, a conductive electrode shaped like a mesh or a stripe is formed on the overcoat layer on the passivation film, and this potential is set at around an intermediate value of TFT substrate-side image signal voltages.

[0026] [means 17] In means 15, the conductive electrode formed shaped like a mesh or a stripe on the overcoat layer has a pattern width smaller than the underlying BM (black mask).

[0027] [means 18] In means 1 or means 2, the distance between the liquid crystal drive electrode and the common electrode within one pixel is designed not to be uniform but to be a combination of at least two different lengths.

[0028]

[ACTION] By means 1 and 3, when a horizontal electric field is applied in a pixel electrode (the liquid crystal drive electrode and a part of the common electrode) as shown in Figures 31 and 32, the liquid crystal molecules are rotation moved in two ways of left rotation and right rotation in the pixel electrode inside. As shown

in Figures 2 and 4, in the prior art horizontal electric field system, the rotation movement is in one way only, which causes a color shift to change color tones depending on the direction to be viewed. Moreover, when the pre-tilt angle of the liquid crystal is large, there is an imbalance in the visual angular characteristic, and gradation inversion of the half tone region becomes likely to occur. These problems can be solved when it becomes possible that rotation movement is done in two ways of left rotation and right rotation inside one pixel. However, unless the rotation force is equal between the left rotation and the right rotation, the movement of the liquid crystal is disordered at the bend part of the center of the pixel electrode, thereby causing a large disclination defect. A disclination defect also occurs due to an abnormality of the rotation of the liquid crystal at the vicinity region of a pixel where the electric field is disordered. These orientation defects of the liquid crystal are slow in response, and once they occur, they are left there. They can be sometimes seen as afterimages. A disclination defect part leaks light in a black display, thereby remarkably decreasing the contrast. The use of means 1 and 3 can adjust the electric field disorder in the center of and around a pixel to the direction for the liquid crystal to rotation. Consequently, the occurrence of disclination defects can be prevented completely, thereby preventing a decrease in contrast. Afterimages due to disclination defects can be completely prevented.

[0029] The use of means 2 and 3 enables the liquid crystal molecules to be rotation moved in two ways of left rotation and right rotation as the entire screen even when the liquid crystal molecules are rotation moved in one direction in one pixel. This effect can solve the problem of a color shift, the problem of gradation inversion in a halt tone region, and the problem of an

imbalance in visual angular characteristic. Adjusting the disorder of liquid crystal around the pixel to the direction for the liquid crystal to rotate can prevent the occurrence of disclination defects. As a result, a decrease in contrast and the occurrence of afterimages can be avoided completely.

[0030] The use of means 1, 2, and 4 can increase the retention capacity of the liquid crystal drive electrode, which can solve the problem of a decrease in retention capacity even when the intersection area of the common electrode and the liquid crystal drive electrode around the pixel is reduced. As a result, the open area ratio of the pixel can be increased, thereby improving efficiency in using light.

[0031] The use of means 5 can greatly reduce the occurrence of shorts at the intersection of the common electrode and the liquid crystal drive electrode, and remarkably improve the yield. The inter-level separation with a single-layered insulator film cannot completely eliminate the occurrence of defects due to dust. The use of inter-level separation with two-layered insulator films has a small chance of overlapping different defects each other. Furthermore, the thickened insulator film increases the breakdown voltage at a stepped portion of the electrode, and greatly reduces the occurrence of shorts due to static electricity. The intersections of the common electrode and the liquid crystal drive electrode can be designed freely, so the electric field distribution can be shaped so as not to cause the disclination of the liquid crystal. This can prevent the light leakage in the black level, offering images with high contrast.

[0032] The use of means 6, 7, and 8 enables the liquid crystal display device of the horizontal electric field system to reduce the image signal voltage of the dot inversion drive system to less than

half. The use of the image signal driving IC driven of 5 V can lower the IC cost. The image signal driving voltage can be reduced to less than half of the conventional level so as to largely reduce the IC power consumption. In addition, the amplitude of the image signal voltage is reduced to half of the prior art level, so the driving performance of the thin film transistors hardly differs between the even-numbered fields and the odd-numbered fields. This makes the liquid crystal less affected by DC bias, causing fewer afterimages. The dot inversion driving provides no horizontal crosstalk, no vertical crosstalk, or no flicker.

[0033] The use of means 6, 9, and 10 provide the same effects as the use of means 6, 7, and 8. The common electrode is divided separately, and different driving voltage waveforms are applied thereon so as to greatly increase the free degree of the timing to change the voltage waveforms in respect to the scanning signal voltage waveforms. Consequently, there is no problem about driving timing even when the resistance value of the common electrode is raised to the level 10 times higher. The common electrode can be made from materials of a wider range, and also can be much thinner. The level difference in the common electrode is reduced, so the insulator film covering the stepped portion is not damaged, thereby lessening the occurrence of shorts.

[0034] The use of means 11 and 12 provides the same effects as the use of means 6, 9, and 10. In this case, since the common electrode does not cross the scanning signal wirings, the scanning signal wirings have a smaller capacity and can raise the resistance value a little. The absence of crossing prevents the occurrence of shorts between the common electrode and the scanning signal wirings so as to improve the yield.

[0035] The use of means 9, 11, and 13 can accelerate the charging



time due to static electricity even when the common electrode is divided separately. This causes breakdown less, and there are fewer dusts adhering during the process, thereby greatly improving the yield.

[0036] The use of means 14 can prevent the occurrence of side locks even if aluminum which is inexpensive and has a low resistance value is used for the scanning signal wirings, thereby improving the yield.

[0037] The use of means 15, 16, and 17 can prevent the movable ionic substances such as sodium contained in the glass substrate from passing through the overcoat layer and eluding into the liquid crystal, thereby suppressing the occurrence of afterimages. Since a decrease in the relative resistance value of the liquid crystal can be prevented, a highly reliable liquid crystal panel with a high electric charge retention ratio can be formed. The successful prevention of unevenness and a decrease in contrast realizes an excellent uniform half tone display. Electrostatic built-up can be prevented, and fewer dusts occur.

[0038] The use of means 1, 2, and 18 can prevent gradation inversion even when the alignment of the photo-mask is slightly shifted, thereby providing excellent images without imbalance in visual angular characteristic and with few color shifts.

[0039]

#### [EMBODIMENTS]

[EMBODIMENT 1] Figures 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, and 12 are plan views and cross sectional views of the unit pixel of the present invention. The cross sectional view of Figures 5, 6, and 9 is shown in Figure 11, and the cross sectional view of Figures 7, 8, and 10 is shown in Figure 12. The scanning signal wirings can be made from a metal such as Al capable of being subjected to an anode

oxidation treatment. Other than this, it can be a pure metal of Cr, Mo, Ti, W, Ta, or Nb, or an alloy of them. In an ultra-large display device, Cu or Al having a low electric resistance value is used as the main material, and a two-layer or three-layer structure with the above-mentioned high melting point metal or an alloy thereof can be used. In the case of Figures 5, 6, and 9, the scanning signal wirings ① and the common electrode ③ can be formed in the same layer at the same time; however, a lot of shorts occur between the scanning signal wirings ① and the common electrode ③ due to a pattern failure. Therefore, the scanning signal wirings ① and the common electrode ③ are formed in different layers as shown in Figures 11 and 12. As a result, a pattern failure does not lead to a short, making it possible to greatly improve the yield. In the case of Figures 7, 8, and 10, the image signal wirings ② and the common electrode ③ are formed in different layers in the same manner to avoid the occurrence of shorts due to a pattern failure, thereby greatly improving the yield. On the scanning signal wirings ①, a gate insulator film ▲45▼ is formed and then an amorphous silicon film layer ▲12▼ is formed as an active layer for the transistors. A poly-silicon film layer can be used instead of the amorphous silicon film. Or a complex lamination layer film of a poly-silicon film and an amorphous silicon film can be used. On the active layer, an n+ amorphous silicon layer doped with phosphorus or other impurities is formed. Then, image signal wirings and a drain electrode are formed in such a manner as to overlap with a part of the active layer. In the case of Figures 5, 6, 7, 8, 9, and 10, the drain electrode and the liquid crystal drive electrode ④ are made from the same metallic material at the same time. As shown in Figure 34, it is possible that after the formation of the drain electrode, a passivation film is formed and then a drain

through hole is formed to electrically connect the drain electrode and the liquid crystal drive electrode. After the formation of the passivation film, in Figure 11, an orientation film ▲14▼ made from polyimide is formed, and a rubbing treatment is applied on the surface. A liquid crystal composition containing bar-shaped liquid crystal molecules ⑨ and ▲10▼ are sealed between a counter substrate ▲47▼ having an orientation film ▲43▼ subjected to a rubbing treatment thereon and the active matrix substrate, and polarizing plates are disposed on the outer surfaces of the two substrates so as to complete a liquid crystal cell of the horizontal electric field direction.

[0040] The fundamental conceptual views of the present invention are shown in Figures 31 and 32. Figure 31 shows the arrangement of the liquid crystal drive electrode ④ and the common electrode ③ when a positive dielectric anisotropy liquid crystal ⑨ is used, and also shows the relationship between these electrodes and the rubbing orientation axis direction ⑥. As shown in Figures 1 and 3, in the prior art arrangement, electrodes are shaped to make the center of the pixel the rotation symmetry axis; however, in the present invention, the electrodes are shaped to make the central axis of the pixel the line symmetry axis. Respective electrodes are projected in the projection part direction of a bend in a bend part of the pixel central part, and respective electrodes are bent in the recessed part direction of the bend in the outer regions of the pixel. The number of bending within a pixel can be one as shown in Figures 31 and 32, or can be more than one. The method for orientation is not limited to rubbing; it is possible to use an orientation method with an UV orientation film. In the present invention, since the liquid crystal molecules are rotation moved in two ways of left rotation and right rotation in a pixel, no color shift

occurs in principle. For this reason, in the prior art liquid crystal panel of the horizontal electric field system with one way rotation, the use of liquid crystal having a small refractive anisotropy  $\Delta n$  is essential to reduce color shift. The use of the electrodes of the present invention realizes the setting of the value of  $\Delta n$  as desired. Since  $\Delta n$  can be increased, the drive voltage can be decreased. The orientation film can be selected without the control of the pre-tilt angle.

[0041] [EMBODIMENT 2] Figures 33 and 34 are plan views of a unit pixel in the case where the liquid crystal drive electrode and the common electrode are bent to an alignment direction of liquid crystal molecules at a pixel cycle, and edge part electrodes in the respective pixels are bent to the projection direction of a bend; and the electric field distribution generated by the liquid crystal drive electrode and the common electrode opposed to the liquid crystal electrode becomes the distribution making either the scanning signal wirings or the image signal wirings the line symmetry axis. A pair of two adjacent pixels provides the same function as the unit pixel of Embodiment 1. Although the electrode structure of Embodiment 1 is necessary as the display for computer, the electrode structure of Figures 33 and 34 is sufficient in displaying motion pictures like TV images. Figures 33 and 34 show the structure in which the common electrode is arranged not to cross but to be parallel to the scanning signal wirings. This is the same as the arrangement shown in Figures 5, 6, and 9 in Embodiment 1. It is also possible to have a structure in which the common electrode does not cross but be parallel with the image signal wiring as shown in Figures 7, 8, and 10. Unlike in Figures 5 and 6, the liquid crystal drive electrode and the common electrode in one pixel of Figure 33 are not bent within one pixel, which can increase

the transmittance of light.

[0042] [EMBODIMENT 3] As described in Embodiment 1 and Embodiment 2, in a liquid crystal display panel of the horizontal electric field system, when the liquid crystal molecules are rotation moved in two ways of left rotation and right rotation at the same time, the liquid crystal preferably does not contain a chiral dopant material. If there is a difference in rotation driving force between the left rotation and the right rotation, in the structure with disclination caused in a bend part of the electrodes as shown in Figures 5 and 7, the disclination grows in the region of the direction with a weak rotation force, thereby greatly deteriorating image quality. An expansion in disclination region results in a decrease in contrast and the occurrence of afterimages. Designing the liquid crystal drive electrode to overlap with the common electrode even in a small area at a bend part as shown in Figures 6 and 8 can prevent the occurrence of disclination.

[0043] [EMBODIMENT 4] Figures 7, 8, 10, 36, and 12 are plan views and a cross sectional view of the structure in which the scanning signal wirings and the common electrode sandwich a part of the liquid crystal drive electrode via an insulator film. This structure can increase the retention capacity of the liquid crystal drive electrode, so the overlapped area between the common electrode and the liquid crystal drive electrode within an effective pixel can be reduced. Consequently, the open area ratio of the pixel can be expanded. In the case shown in Figure 36, the image signal wirings and the common electrode cross each other via a passivation film ▲46▼, so the passivation film ▲46▼ must be about 1.5 to 2 times as thick as the one used in the structure shown in Figures 7, 8, and 10. A passivation film of around 4000 to 6000 Å is formed at two different times with the use of a plasma CVD

device, so as to reduce the occurrence of shorts due to a pin hole.

[0044] [EMBODIMENT 5] Figures 5, 6, 9, and 11 are plan views and a cross sectional view showing the structure in which the common electrode and the liquid crystal drive electrode are separated from each other by two or more layered insulator films. The common electrode ③ is formed first on the glass substrate ▲11▼, and then an underlying insulator film ▲44▼ is deposited with the use of a plasma CVD device. After scanning signal wirings ① are formed and a gate insulator film ▲45▼ is deposited, a semiconductor layer ▲12▼ and an n+ amorphous silicon layer doped with impurities are formed consecutively. The liquid crystal drive electrode ④ and the image signal wirings ② are made from the same metallic material at the same time. On these, a passivation film ▲46▼ is deposited, and a liquid crystal orientation film ▲14▼ is formed by flexography. As apparent from the cross sectional view of Figure 11, the common electrode ③ and the liquid crystal drive electrode ④ are separated from each other by two-layered insulator films. This structure could be applied to Figures 1 and 3 which are the plan views of the prior art electrode structure. In the prior art, since the scanning signal wirings ① and the common electrode ③ are formed in the same layer at the same time, the occurrence of a pattern failure due to dust or foreign matters is highly likely to cause a short between the scanning signal wirings and the common electrode, thereby deteriorating the yield. Furthermore, the common electrode ③ and the liquid crystal drive electrode ④ are separated from each other only by the gate insulator film ▲45▼, the presence of a pinhole may cause a short, making this pixel a point failure. In the present invention, the separation by the two-layered insulator films can reduce the occurrence of shorts between the common electrode ③ and the liquid crystal drive

electrode ④, and also between the scanning signal wirings ① and the common electrode ③ so as to realize a great improvement in yield.

[0045][EMBODIMENT 6] Figures 13 and 15 show the plan views of the structure in which the common electrode is disposed to be bent in two lines so as to cross the scanning signal wirings. Although it crosses in each pixel, it can cross in the unit of two or more pixels. An ideal dot inversion drive system can be employed with the arrangement shown in Figures 13 and 15. Figures 19 and 20 show drive voltage waveforms in which the common electrode is divided into an odd-numbered group and an even-numbered group and supplied with opposite-phase voltage signal waveforms, respectively, in accordance with the cycle of the scanning signals, and the liquid crystal drive electrodes facing the common electrodes of the odd-numbered group and the even-numbered group are supplied with image signal waveforms whose phases are opposite to those of the common electrodes. This drive system eliminates horizontal cross talks and obtains excellent images. Supplying the common electrode with a voltage whose phase is opposite to the image signal waveform can apply a large voltage to the liquid crystal phase, which can reduce the image signal drive amplitude to 1/2 or less as compared with the prior art dot inversion drive where the common electrode potential is fixed. This allows the use of an inexpensive IC of 5 V to reduce the cost.

[0046] [EMBODIMENT 7] Figures 14 and 16 are the plan views of the structure in which the common electrode disposed to be bent in two lines so as to cross the scanning signal wirings is separated from each other. The three kinds of electrodes: the scanning signal wirings, the image signal wirings, and the separated common electrodes are connected to anti-static connection

electrodes in outer regions via anti-static nonlinear elements. Figures 21 and 22 are drive voltage waveforms when the polarities of the voltages supplied to the separated independent common electrodes are changed every field cycle, and the liquid crystal drive electrode facing the bent common electrodes are applied with image signal voltage waveforms whose phases are opposite to those of the common electrodes. As in the present invention, the common electrode is divided separately, and the respective common electrodes are applied with unique voltage waveforms so as to loosen up the requirements concerning the timing of the polarity change of the common electrodes. Before the scanning signal wirings are ON, the polarity can be shifted in accordance with the scanning signal wiring several lines before. Since the voltage waveform of shifting can change slowly, the metallic material to make the common electrode can be chosen from a wider range. The problem of the wiring resistance of the common electrode is thus eliminated. Figures 21 and 22 are the most fundamental drive waveforms of the common electrode, and the drive waveform is sufficient if the potential of the common electrode has a polarity change in every field cycle. The voltage waveform in the cycle after the occurrence of a field polarity change until the occurrence of the next field polarity change is free and there is no restraint on the frequency.

[0047] [EMBODIMENT 8] In Figure 17, the common electrode is divided into the odd-numbered group and the even-numbered group, which are supplied with opposite-phase voltage signal waveforms in accordance with the scanning signal cycle, and the liquid crystal drive electrodes facing the common electrode of the odd-numbered group and the even-numbered group are respectively supplied with image signal waveforms whose phases are opposite to those of the



common electrodes. Unlike Embodiment 6, two scanning signal wirings become ON at the same time in this drive system. In this structure, the image signal wirings are supplied with image signal voltages different in polarity between the odd-numbered group and the even-numbered group, so images with no cross talk can be realized. The delta arrangement can be achieved as the color arrangement in the color filter, which provides images having excellent mixture.

[0048][EMBODIMENT 9] Figure 18 is the plan view of the structure in which the common electrode is divided separately. The three kinds of electrodes: the scanning signal wirings, the image signal wirings, and the separated common electrodes are connected to anti-static connection electrodes in outer regions via anti-static nonlinear elements. In the drive system of the structure shown in Figure 18, unlike Embodiment 7, two scanning signal wirings become ON at the same time. Nearly the same operation principle as in Embodiment 7 can be applied.

[0049][EMBODIMENT 10] Figures 28 and 35 show the plan views of the structure in which the thin film transistors are alternately connected to the liquid crystal drive electrode across two consecutive lines before and after one scanning signal wiring, and the common electrode facing the liquid crystal drive electrode is separated from one line to another. Figures 29 and 30 show the drive voltage waveforms when the common electrode separated from one line to another is supplied with a signal voltage at a cycle twice as long as the field cycle so as to change the polarity of the supplied voltage every field cycle; and the liquid crystal drive electrodes facing the divided common electrodes are supplied with image signal voltage waveforms whose phases are opposite to those of the common electrodes, respectively. Nearly the same operation

principle as in Embodiment 7 can be applied.

[0050][EMBODIMENT 11] Figure 23 is a cross sectional view of the prior art in which an aluminum electrode is used as the scanning signal wirings. To prevent the occurrence of hillock of the aluminum, a high melting point metal  $\blacktriangle 29 \blacktriangledown$  is used as the cap metal. When the side wall of the aluminum has an inclined surface longer than 1 $\mu$ m, hillock is caused from the side wall. In order to avoid this, it is possible to add 1 to 2 atomic percent of neodymium or another metal. However, it is very difficult to produce an aluminum alloy target with a large area, and it is almost impossible to produce a uniform composition. Using pure aluminum as the scanning signal wirings is very important to produce a large-screen liquid crystal display panel. In the present invention, in order to prevent the occurrence of side hillock of the pure aluminum, a high temperature steam oxidation process is used to form oxidized aluminum on the side wall of the aluminum. Figure 24 shows its cross sectional view. As another method, the ion implantation technique can be used to inject oxygen ions, nitrogen ions, phosphorus ions or the like into the side wall of the high melting point metal and the aluminum so as to prevent the occurrence of side hillocks.

[0051][EMBODIMENT 12] Figure 25 is the cross sectional view of the color filter substrate of the liquid crystal display device of the horizontal electric field system. A BM (black mask) is formed on the glass substrate, and then a color filter layer is formed. The glass substrate contains an about 0.1 to 1.0% alkali metal oxide. Furthermore, the pigments or dyes of the color filter layer contain a lot of impurities, and these movable ionic substances have the property of moving in accordance with the direction of the electric field, if any. The overcoat layer  $\blacktriangle 41 \blacktriangledown$  for leveling is usually made

from an organic material, but this film does not have the property of preventing the migration of movable ions across the electric field. Often used as the passivation film of movable ions are a silicon nitride film, a silicon oxide-nitride film, and an aluminum oxide film. In the present invention, as shown in Figure 25, these passivation films are formed on the color filter layer with the use of a plasma CVD technique or the sputtering so as to prevent the movable ions from migrating to the liquid crystal layer or the orientation film surface. In this structure, even if the horizontal electric field affects on the color filter layer or the glass substrate, the passivation film  $\blacktriangle 40 \blacktriangledown$  prevents the movable ions from flowing out. This eliminates the problems of the orientation failure of the orientation film or afterimages.

[0052] [EMBODIMENT 13] Figures 26 and 27 are the cross sectional view and the plan view of the color filter substrate of the liquid crystal display device of the horizontal electric field. In the rubbing treatment process of the liquid crystal cell process, static electricity is caused on the orientation film, which leads to various troubles. In the present invention, a conductive electrode shaped like a mesh or a stripe is formed on the overcoat layer  $\blacktriangle 41 \blacktriangledown$ , and this potential is set at around the intermediate value of the image signal voltage on the TFT substrate side so as to block the effect of the electrostatic field from outside. The conductive electrode on the overcoat layer is designed to be narrower than the BM width, so a poor alignment precision between the color filter substrate and the TFT substrate does not badly affect the liquid crystal drive electrode on the TFT substrate.

[0053] [EMBODIMENT 14] As shown in Figure 5, the distance between the liquid crystal drive electrode and the common electrode within one pixel is not uniformed but is a combination of

at least two different lengths. The distance between the electrodes closest to the image signal wirings is designed to be largest so as to reduce the effects of the image signal wirings, thereby reducing the vertical strokes. This can be combined with the bent electrode structure of the present invention to obtain best images with no color shift or cross talk.

[0054]

[EFFECTS OF THE INVENTION] According to the present invention, first of all, it becomes possible to obtain images with no gradation inversion and no color shift when viewed from any angle and having an excellent viewing angle characteristic. Secondary, it becomes possible to provide a highly reliable image display device with excellent contrast having no disclination and no afterimage. Thirdly, it becomes possible to provide an image display device of low cost and high productivity because inexpensive 5 VIC can be used as the image signal drive IC, and a conventional liquid crystal member can be used. Fifthly, an ultra-large-screen liquid crystal display device can be achieved with conventional metallic materials.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[FIGURE 1] A plan view of the prior art disclination-proof electrode structure.

[FIGURE 2] A view of an orientation of a prior art linear pixel electrode and a liquid crystal having positive dielectric anisotropy.

[FIGURE 3] A plan view of the prior art structure having disclination-proof electrodes.

[FIGURE 4] A view of an orientation of a prior art linear pixel electrode and a liquid crystal having negative dielectric anisotropy.

[FIGURE 5] A plan view of the unit pixel of the thin film semiconductor substrate of the horizontal electric field system of

the present invention.

[FIGURE 6] A plan view of the unit pixel of the thin film semiconductor substrate of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 7] A plan view of the unit pixel of the thin film semiconductor substrate of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 8] A plan view of the unit pixel of the thin film semiconductor substrate of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 9] A plan view of the unit pixel of the thin film semiconductor substrate of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 10] A plan view of the unit pixel of the thin film semiconductor substrate of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 11] A plan view of the unit pixel of the thin film semiconductor substrate of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 12] A plan view of the unit pixel of the thin film semiconductor substrate of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 13] A plan view of the pixel arrangement of the thin film semiconductor substrate of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 14] A plan view of the pixel arrangement of the thin film semiconductor substrate of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 15] A plan view of the pixel arrangement of the thin film semiconductor substrate of the horizontal electric field system of

the present invention.

[FIGURE 16] A plan view of the pixel arrangement of the thin film semiconductor substrate of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 17] A plan view of the pixel arrangement of the thin film semiconductor substrate of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 18] A plan view of the pixel arrangement of the thin film semiconductor substrate of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 19] A view of drive voltage waveforms of the liquid crystal display device of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 20] A view of drive voltage waveforms of the liquid crystal display device of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 21] A view of drive voltage waveforms of the liquid crystal display device of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 22] A view of drive voltage waveforms of the liquid crystal display device of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 23] A cross sectional view of prior art scanning signal wirings.

[FIGURE 24] A cross sectional view of prior art scanning signal wirings.

[FIGURE 25] A cross sectional view of a color filter for the liquid crystal display device of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 26] A cross sectional view of a color filter for the liquid

crystal display device of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 27] A plan view of a color filter for the liquid crystal display device of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 28] A plan view of the pixel arrangement of the thin film semiconductor substrate of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 29] A view of drive voltage waveforms of the liquid crystal display device of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 30] A view of drive voltage waveforms of the liquid crystal display device of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 31] A plan view of the disclination-proof electrode structure and an orientation of liquid crystal having positive dielectric anisotropy of the present invention.

[FIGURE 32] A plan view of the disclination-proof electrode structure and an orientation of liquid crystal having negative dielectric anisotropy of the present invention.

[FIGURE 33] A plan view of the unit pixel of the thin film semiconductor substrate of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 34] A plan view of the unit pixel of the thin film semiconductor substrate of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 35] A plan view of the pixel arrangement of the thin film semiconductor substrate of the horizontal electric field system of the present invention.

[FIGURE 36] A plan view of the unit pixel of the thin film

semiconductor substrate of the horizontal electric field system of the present invention.

[EXPLANATION OF THE REFERENCE NUMBERS]

- 1 --- scanning signal wiring
- 2 --- image signal wiring
- 3 --- common electrode
- 4 --- liquid crystal drive electrode
- 5 --- thin film transistor (TFT) element
- 6 --- TFT substrate-side liquid crystal orientation axis
- 7 --- the angle at which liquid crystal molecules (P-type liquid crystal molecules) having positive dielectric anisotropy cross the pixel electrode (the common electrode and the liquid crystal drive electrode)
- 8 --- the angle at which liquid crystal molecules (N-type liquid crystal molecules) having negative dielectric anisotropy cross the pixel electrode (the common electrode and the liquid crystal drive electrode)
- 9 --- liquid crystal molecules (P-type liquid crystal molecules) having positive dielectric anisotropy
- 10 --- liquid crystal molecules (N-type liquid crystal molecules) having negative dielectric anisotropy
- 11 --- TFT-side glass substrate
- 12 --- semiconductor layer
- 13 --- n+ amorphous silicon layer doped with impurities
- 14 --- orientation film
- 15 --- connection electrode for driving odd-numbered common electrodes
- 16 --- connection electrode for driving even-numbered common electrodes
- 17 --- anti-static element



- 18 --- scanning signal wiring lead terminal
- 19 --- image signal wiring lead terminal
- 20 --- common electrode lead terminal
- 21 --- anti-static connection electrode
- 22 --- waveform of driving the  $n$ -th scanning signal
- 23 --- waveform of driving odd-numbered common electrodes
- 24 --- waveform of odd-numbered image signals
- 25 --- waveform of driving the  $(n+1)$ th scanning signal wiring
- 26 --- waveform of even-numbered image signals
- 27 --- waveform of driving even-numbered common electrodes
- 28 --- aluminum (or an aluminum alloy) scanning signal wiring
- 29 --- high melting point metal (or a silicide compound of a high melting point metal, a high melting point metal compound)
- 30 --- side-wall oxide aluminum
- 31 --- waveform of driving the  $(n-1)$ th scanning signal wiring
- 32 --- waveform of driving  $m$ -th common electrode (linear connection type)
- 33 --- waveform of driving  $m$ -th common electrode
- 34 --- waveform of driving  $(m+1)$ th common electrode (linear connection type)
- 35 --- anti-static connection electrode lead terminal
- 36 --- waveform of driving  $(m-1)$ th common electrode
- 37 --- waveform of driving  $(m+1)$ th common electrode
- 38 --- black mask
- 39 --- color filter layer
- 40 --- color filter passivation film
- 41 --- leveling film
- 42 --- anti-static conductive film (or semiconductor film)
- 43 --- color filter-side liquid crystal orientation film
- 44 --- underlying insulator film

- 45 --- gate insulator film
- 46 --- TFT passivation film
- 47 --- color filter-side glass substrate
- 48 --- drain through hole



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11125835 A**(43) Date of publication of application: **11 . 05 . 99**

(51) Int. Cl.

**G02F 1/1343**  
**G02F 1/133**  
**G02F 1/136**  
**G09F 9/35**

(21) Application number: **09339281**(71) Applicant: **OBAYASHI SEIKO KK**(22) Date of filing: **21 . 10 . 97**(72) Inventor: **HIROTA NAOTO**(54) **LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE**

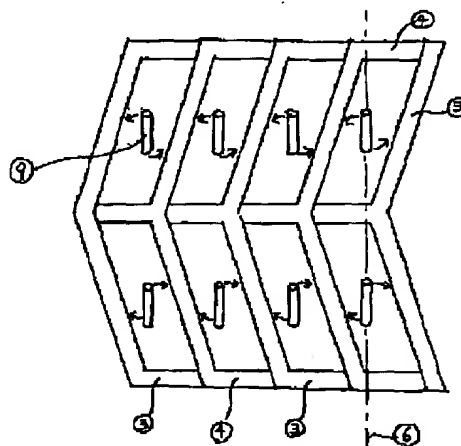
(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a device with an excellent visual angular characteristic and excellent contrast and without gradation inversion and a color shift by making an electric field distribution formed by a liquid crystal drive electrode and a common electrode opposite to the liquid crystal drive electrode so as to become the distribution making a center of a pixel a line symmetry axis.

**SOLUTION:** This device is constituted so that the liquid crystal drive electrode 4 and the common electrode 3 opposite to the liquid crystal drive electrode 4 are bent to an alignment direction of a liquid crystal molecule, and respective electrodes are projected in the projection part direction of a bend in a bend part of a pixel central part, and respective electrodes are bent in the recessed part direction of the bend. Then, the electric field distribution formed with the liquid crystal drive electrode 4 and the common electrode 3 opposite to the liquid crystal electrode 4 is made so as to become the distribution making the center of the pixel the line symmetry axis. In such a manner, when a horizontal electric field is applied in a pixel electrode, the liquid crystal molecule is rotation moved in two ways of left rotation and right rotation in the

pixel electrode inside. Thus, the color shift and the gradation inversion hardly occur.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 1 2 5 8 3 5

(43) 公開日 平成 11 年 (1999) 5 月 11 日

(51) Int. Cl. °

識別記号

F I

G 0 2 F 1/1343

G 0 2 F 1/1343

1/133 5 5 0

1/133 5 5 0

1/136 5 0 0

1/136 5 0 0

G 0 9 F 9/35 3 0 5

G 0 9 F 9/35 3 0 5

審査請求 未請求 請求項の数 1 8

書面

(全 1 7 頁)

(21) 出願番号 特願平 9 - 339281

(71) 出願人 591129195

大林精工株式会社

(22) 出願日 平成 9 年 (1997) 10 月 21 日

愛知県豊川市諏訪 4 丁目 295 番地

(72) 発明者 広田 直人

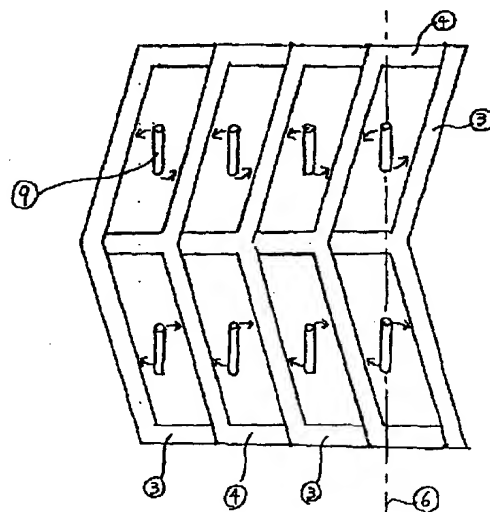
愛知県豊川市諏訪 4 丁目 295

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【目的】 横電界方式のアクティブマトリックス型液晶表示装置で、カラーシフトをおさえ、電界のみだれによる配向異常を防止し、コントラストの良い広視野角特性を有する高品質の画像表示を実現する。

【構成】 表示画素が走査信号線、映像信号配線、画素電極及び、アクティブ素子により基板上に構成され、該基板上には、液晶の配向膜が直接または、絶縁層を介して形成されており、液晶の配向膜を形成したもう一方のカラーフィルター基板と対向して配置され、前記両基板により液晶層が挟持され、前記各電極と前記アクティブ素子は、前記液晶層に対し、実質的に前記基板と平行な電界が印加できるよう構成され、前記各電極と前記アクティブ素子は、表示パターンに応じ印加電界を任意に制御できる外部の制御手段と接続されており、前記液晶層の配向状態により、光学特性を変化させる機能を備えたアクティブマトリックス型表示装置であって、前記画素電極を構成している液晶駆動電極と共通電極とで形成する、横方向電界の形状が、画素中央を線対称軸とした配置になることを特徴としている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】基板上に走査信号配線と映像信号配線と、前記走査信号配線と映像信号配線との各交差部に形成された薄膜トランジスタと、前記薄膜トランジスタに接続された液晶駆動電極と、少なくとも一部が、前記液晶駆動電極と対向して形成された共通電極とを有するアクティブマトリックス基板と、前記アクティブマトリックス基板に対向する対向基板と、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板に挟持された液晶層とからなる液晶表示装置において、前記液晶駆動電極と、液晶駆動電極に対向している共通電極が、液晶分子の配向方向に対して屈曲しており、画素中央部の屈曲部では屈曲の凸部方向にそれぞれの電極が突き出ており、画素周辺部では、それぞれの電極が屈曲の凹部方向におれ曲がり、液晶駆動電極と液晶駆動電極に対向している共通電極とで形成される電界分布が、画素の中央を線対称軸とした分布になっていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】基板上に走査信号配線と映像信号配線と、前記走査信号配線と映像信号配線との各交差部に形成された薄膜トランジスタと、前記薄膜トランジスタに接続された液晶駆動電極と、少なくとも一部が、前記液晶駆動電極と対向して形成された共通電極とを有するアクティブマトリックス基板と、前記アクティブマトリックス基板に対向する対向基板と、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板に挟持された液晶層とからなる液晶表示装置において、前記液晶駆動電極と液晶駆動電極に対向している共通電極が液晶分子の配向方向に対して、画素周期で屈曲しており、屈曲の凸方向にそれぞれの画素内の周辺部電極がおれ曲り、液晶駆動電極と液晶駆動電極に対向している共通電極とで形成される電界分布が、走査信号配線を線対称軸とした分布、または映像信号配線を線対称軸とした分布になっていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 3】特許請求範囲第 1 項、第 2 項において、アクティブマトリックス基板と対向基板に挟持された液晶層には、カイラル・トーパント材がふくまれていないことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 4】特許請求範囲第 1 項、第 2 項において、走査信号配線と共通電極で、絶縁膜をかいして液晶駆動電極の一部をはさみこんだ構造を特徴とする液晶表示装置。

【請求項 5】基板上に走査信号配線と映像信号配線と前記走査信号配線と映像信号配線との各交差部に形成された薄膜トランジスタと、前記薄膜トランジスタに接続された液晶駆動電極と、少なくとも一部が前記液晶駆動電極と対向して形成された共通電極とを有するアクティブマトリックス基板と、前記アクティブマトリックス基板に対向する対向基板と、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板に挟持された液晶層とからなる液晶表示装置において、共通電極と液晶駆動電極を 2 層以上の

絶縁膜で層分離させた構造を特徴とする液晶表示装置。

【請求項 6】基板上に走査信号配線と映像信号配線と前記走査信号配線と映像信号配線との各交差部に形成された薄膜トランジスタと前記薄膜トランジスタに接続された液晶駆動電極と、少なくとも一部が前記液晶駆動電極と対向して形成された共通電極とを有するアクティブマトリックス基板と、前記アクティブマトリックス基板に対向する対向基板と、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板に挟持された液晶層とからなる液晶表示装置において、共通電極が走査信号配線と交差して 2 行にわたり屈曲して配置されている構造を特徴とする液晶表示装置。

【請求項 7】特許請求の範囲第 6 項において、走査信号配線と交差して 2 行にわたり屈曲して配置されている共通電極を、奇数群と偶数群に分離し、それぞれを奇数番共通電極駆動用連結電極と偶数番共通電極駆動用連結電極に接続させた構造を特徴とする液晶表示装置。

【請求項 8】特許請求の範囲第 7 項において、共通電極を奇数群と偶数群に分離し、それぞれをそれぞれを奇数番共通電極駆動用連結電極と偶数番共通電極駆動用連結電極に接続し、それぞれ 2 つの電極群に逆位相の信号電極を走査線信号駆動周期で印加し、かつ奇数群、偶数群の共通電極に対向している液晶駆動電極に、共通電極とは逆相の映像信号電圧波形をそれぞれ印加することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 9】特許請求の範囲第 6 項において、走査信号配線と交差して 2 行にわたり屈曲して配置されている共通電極を、それぞれ別々に分離した構造を特徴とする液晶表示装置。

【請求項 10】特許請求の範囲第 9 項において、走査信号配線と交差して 2 行にわたり屈曲して配置されている共通電極を、それぞれ別々に分離し、それぞれ分離独立した共通電極に、フィールド周期の 2 倍の周期で、信号電圧を印加しフィールド周期ごとに印加電圧極性を変化させ、かつ屈曲した共通電極に対向している液晶駆動電極に、共通電極とは、逆相の映像信号電圧波形をそれぞれ印加することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 11】基板上に走査信号配線と映像信号配線と前記走査信号配線と映像信号配線との各交差部に形成された薄膜トランジスタと前記薄膜トランジスタに接続された液晶駆動電極と、少なくとも一部が前記液晶駆動電極と対向して形成された共通電極とを有するアクティブマトリックス基板と、前記アクティブマトリックス基板に対向する対向基板と、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板に挟持された液晶層とからなる液晶表示装置において、一本の走査信号配線をはさんだ前後 2 行にわたり、薄膜トランジスタが交互に液晶駆動電極と接続されており、液晶駆動電極に対向している共通電極は、それぞれ各行ごとに分離独立している構造配置を特徴とする液晶表示装置。

【請求項12】特許請求の範囲第11項において、それぞれ各行ごとに分離独立している共通電極に、フィールド周期の2倍の周期で、信号電圧を印加し、フィールド周期ごとに印加電圧極性を変化させ、かつ共通電極に対向している液晶駆動電極に、共通電極とは逆相の映像信号電圧波形を、それぞれ印加することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項13】特許請求の範囲第9項または、第11項において、走査信号配線と映像信号配線と共通電極の3種類の電極が静電気対策用非線形素子により外周部の静電気対策用連結電極に接続されている構造を特徴とする液晶表示装置。

【請求項14】薄膜トランジスタが形成されているアクティブマトリックス基板と前記アクティブマトリックス基板に対向する対向基板と、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板に挟持された液晶表示装置において、走査信号配線がアルミニウムと高融点金属の2層から形成されており、アルミニウムの上に高融点金属がかぶさり高融点金属がひびくしていない側壁や側壁の近くのアルミニウムが露出している部分にアルミニウムの酸化物を形成したことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項15】基板上に走査信号配線と映像信号配線と、前記走査信号配線と映像信号配線との各交差部に形成された薄膜トランジスタと前記薄膜トランジスタに接続された液晶駆動電極と、少なくとも一部が前記液晶駆動電極と対向して形成された共通電極とを有するアクティブマトリックス基板と、前記アクティブマトリックス基板に対向する対向基板と、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板に挟持された液晶層とからなる液晶表示装置において、前記対向基板に形成されたカラーフィルター層の上にシリコン窒化膜やシリコン酸化膜、酸化アルミニウム膜などのパッシベーション膜を形成した後平坦化のためのオーバーコート層をパッシベーション膜の上に形成した構造を特徴とする液晶表示装置。

【請求項16】特許請求の範囲第15項において、パッシベーション膜の上に形成されたオーバーコート層の上に導電性の電極をメッシュ状、またはストライプ状に形成し、この電位をTFT基板側の映像信号電圧の中間値付近に設定したことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項17】特許請求の範囲第15項において、オーバーコート層の上にメッシュ状または、ストライプ状に形成された導電性電極のパターン幅を下地のBM（ブラックマスク）の幅よりも小さくしたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項18】特許請求の範囲第1項または第2項において、前記液晶駆動電極と前記共通電極との電極間距離が、1画素内ですべて均一でなく、2種類以上の電極間距離の組み合わせで形成されていることを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、広視野角・高画質の大画面アクティブマトリックス型液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のアクティブマトリックス型液晶表示装置の一方の基板上に形成した櫛歯状電極対を用いて、液晶組成物層に電界を印加する方式が、例えば特開平7-36058号や特開平7-159786号、特開平6-160878号、特開平7-191336号公報により提案されている。以下液晶組成物層に印加する主たる電界方向が、基板界面にほぼ平行な方向である表示方式を、横電界方式と称する。図1、図3が従来の横電界方式の例である。櫛歯状の画素電極である液晶駆動電極④と共通電極③とは、直線状で平行に配置されている。画素の中央や画素の周辺では画素電極内の電界分布が、画素の中心を回転対称とした形状になるように液晶駆動電極と共通電極の形状が作られている。液晶分子の回転運動方向も図2や図4にあるように、1画素内部では1方向のみとなっていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】画素電極が直線状で液晶分子の回転運動方向が1方向のみの横電界方式の液晶パネルでは、横方向から見た時に左右での色けが異なって見えるカラーシフトの問題がある。さらに液晶のプレチルト角が3度以上大きくなると視野角特性が悪化し中間調領域の階調反転現象が生じきわめて不自然な画像表示となってしまふ。

【0004】画素電極を屈曲させた横電界方式の液晶パネルも提案されているが屈曲部と、画素周辺の電界のみだれによりディスクリネーション欠陥が多発し黒レベルがいちじるしく悪化し、コントラストの低下と、画面のムラが生じる。

【0005】横電界方式のアクティブマトリックス基板側では、共通電極と液晶駆動電極の交差部分の面積が大きく絶縁膜にピンホールなどの欠陥があればショートしてしまい画素欠陥となりやすい。またプロセスコストを低減するために、走査信号配線と共通電極とを同時に形成する方式が用いられている。このプロセスの場合には、走査信号配線と共通電極が近接した領域が非常に多いためにパターン不良が生じた時には、走査信号配線と共通電極とのショートをさけることができず歩留りは非常に悪い。

【0006】横電界方式の液晶表示装置では、液晶駆動電圧が従来の縦電界方式のTN液晶表示装置よりも高くなる傾向があり、駆動するドライバーICも高電圧出力のものが要求され、コスト高になる問題があった。

【0007】横電界方式の液晶表示装置では、カラーフィルター側のガラス基板やカラーフィルター層まで、液

晶駆動電極と共通電極の電界がはいりこむのでガラス基板とカラーフィルター層に含有されている可動イオン性物質がオーバーコート層を通過して配向膜や液晶中に溶出してくる。これらの可動イオン性物質により残像やブレチルト角の異常が生じムラとなっていちじるしく画質を悪化させる。

【0008】また横電界方式のカラーフィルター基板には、従来の縦電界方式のTN液晶表示装置のように、表面全体に透明導電性膜がないために、静電気の影響を受けやすく、チャージアップした場合配向不良をおこす問題がある。

【0009】本発明は、これらの課題を解決するものであり、その目的とするところは、階調反転のない、視角特性が良好でカラーシフトが生じないコントラストが良好な液晶表示装置を提供することにある。さらに低電圧駆動ICが利用でき、液晶プロセスの歩留りを向上し、コストを安くすることである。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決し、上記目的を達成するために本発明では、以下の手段を用いる。基板上に走査信号配線と映像信号配線と、前記走査信号配線と映像信号配線との各交差部に形成された薄膜トランジスタと、前記薄膜トランジスタに接続された液晶駆動電極と、少なくとも一部が、前記液晶駆動電極と対向して形成された共通電極とを有するアクティブマトリックス基板と、前記アクティブマトリックス基板に対向する対向基板と、前記アクティブマトリックス基板と前記対向基板に挟持された液晶層とからなる液晶表示装置において、

【手段1】前記液晶駆動電極と、液晶駆動電極に対向している共通電極が液晶分子の配向方向に対して屈曲しており、画素中央部の屈曲部では、屈曲の凸部方向にそれぞれの電極が突き出しており、画素周辺部では、それぞれの電極が屈曲の凹部方向におれ曲がり、液晶駆動電極と液晶駆動電極に対向している共通電極とで形成される電界分布が、画素の中央を線対称軸とした分布になるようにした。

【0011】【手段2】前記液晶駆動電極と液晶駆動電極に対向している共通電極が、液晶分子の配向方向に対して画素周期で屈曲しており、屈曲の凸方向にそれぞれの画素内の周辺部電極がおれ曲がり、液晶駆動電極と液晶駆動電極に対向している共通電極とで形成される電界分布が、走査信号配線を線対称軸とした分布、または、映像信号配線を線対称軸とした分布になるようにした。

【0012】【手段3】液晶分子が左回転、右回転両方ともに同じ回転力で回転できるように、液晶にはカイラルドーパント材をふくまないようにした。

【0013】【手段4】手段1、手段2において、走査信号配線と共通電極で絶縁膜をかいして液晶駆動電極の一部を、はさみこんだ構造とした。

【0014】【手段5】横電界方式の液晶表示装置において共通電極と液晶駆動電極を2層以上の絶縁膜で層分離させた構造とした。

【0015】【手段6】横電界方式の液晶表示装置において共通電極が走査信号配線と交差して2行にわたり屈曲して配置されている構造とした。

【0016】【手段7】手段6において、走査信号配線と交差して2行にわたり屈曲して配置されている共通電極を、奇数群と偶数群に分離し、それぞれを奇数番共通電極駆動用連結電極と偶数番共通電極駆動用連結電極に接続させた構造とした。

【0017】【手段8】手段7において、共通電極を奇数群と偶数群に分離しそれぞれを奇数番共通電極駆動用連結電極と偶数番共通電極駆動用連結電極に接続し、それぞれ2つの電極群に逆位相の信号電圧を走査線信号駆動周期で印加し、かつ奇数群、偶数群の共通電極に対向している液晶駆動電極に、共通電極とは逆相の映像信号電圧波形を、それぞれ印加する駆動方式とした。

【0018】【手段9】手段6において、走査信号配線と交差して2行にわたり屈曲して配置されている共通電極を、それぞれ別々に分離した構造とした。

【0019】【手段10】手段9において、走査信号配線と交差して2行にわたり屈曲して配置されている共通電極をそれぞれ別々に分離し、それぞれ分離独立した共通電極にフィールド周波数の1/2の整数倍の周波数で信号電圧を印加し、フィールド周期ごとに印加電圧極性を変化させ、かつ屈曲した共通電極に対向している液晶駆動電極に、共通電極とは、逆相の映像信号電圧波形をそれぞれ印加する駆動方式とした。

【0020】【手段11】横電界方式の液晶表示装置において、一本の走査信号配線をはさんだ前後2行にわたり、薄膜トランジスタが交互に液晶駆動電極と接続されており、液晶駆動電極に対向している共通電極は、それぞれ各行ごとに分離独立している構造配置とした。

【0021】【手段12】手段11において、それぞれ各行ごとに分離独立している共通電極に、フィールド周波数の1/2の整数倍の周波数で信号電圧を印加し、フィールド周期ごとに印加電圧極性を変化させ、かつ共通電極に対向している液晶駆動電極に、共通電極とは、逆相の映像信号電圧波形をそれぞれ印加する駆動方式とした。

【0022】【手段13】手段9、または手段11において、走査信号配線と映像信号配線と、共通電極の3種類の電極が静電気対策用非線形素子により外周部の静電気対策用連結電極に接続されている構造とした。

【0023】【手段14】アクティブマトリックス基板液晶表示装置において、走査信号配線がアルミニウムと高融点金属の2層から形成されており、アルミニウムの上に高融点金属が、かぶさり、高融点金属がひふくしていない側壁や側壁近くのアルミニウムが露出している部

分にアルミニウムの酸化物を形成した。

【0024】〔手段15〕横電界方式の液晶表示装置において、前記カラーフィルター層の上にシリコン窒化膜や、シリコン酸化膜、酸化アルミニウム膜などのパッシベーション膜を形成した後、平坦化のためのオーバーコート層をパッシベーション膜の上に形成した構造を有する対向基板を用いた。

【0025】〔手段16〕手段15において、パッシベーション膜の上に形成されたオーバーコート層の上に導電性の電極をメッシュ状またはストライプ状に形成し、この電位をTFT基板側の映像信号電圧の中間値付近に設定可能とした。

【0026】〔手段17〕手段15において、オーバーコート層の上にメッシュ状またはストライプ状に形成された導電性電極のパターン幅を下地のBM（ブラックマスク）の幅よりも小さくした。

【0027】〔手段18〕手段1または手段2において前記液晶駆動電極と前記共通電極との電極間距離を、1画素内ですべて均一でなく、2種類以上の電極間距離の組み合わせで構成するようにした。

【0028】

【作用】 上記手段1、3により、図31、図32にあるように画素電極（液晶駆動電極と共通電極の一部）内で横電界が印加された場合、液晶分子は、画素電極内部で左回転と右回転の2通りの回転運動をする。図2、図4のように従来の横電界方式では、一方向の回転運動だけなので見る方向により色けが変化するカラーシフトが生じやすい。さらに液晶のプレチルト角が大きい場合視野角特性に片寄りが発生し、中間調領域の階調反転も生じやすい。1画素内部で左回転と右回転の2通りの回転運動が可能になると、上記の問題はすべて解決してしまう。しかし左回転と右回転の回転力を均等になるようにしないと、画素電極の中央部の屈曲部分で液晶の運動にみだれが生じ大きなディスクリネーション欠陥を生じってしまう。さらに画素の周辺の部分の電界のみだれた部分でも液晶の回転に異常が生じディスクリネーション欠陥が発生する。これらの液晶の配向欠陥は応答速度がおそく一度発生してしまうと発生部分に残ってしまう。これが残像となって見えることもある。ディスクリネーション欠陥部は、黒表示の時でも光がもれてしまい、いちじろしくコントラストを低下させる。手段1、3を用いることで画素中央と画素周辺の電界のみだれを液晶の回転方向にそろえることができるので、ディスクリネーション欠陥の発生を完全におさえることができ、コントラストの低下を防止できる。ディスクリネーション欠陥による残像も完全に発生しなくなる。

【0029】上記手段2、3を用いることで、一画素内部での液晶分子の回転運動方向が一方向でも画面全体では液晶分子の回転運動方向は左回転と右回転の2通りの回転運動を生じさせることが可能となる。この効果によ

りカラーシフトの問題、中間調領域の階調反転の問題、視野角特性の片寄り問題は、すべて解決できる。画素周辺の電界のみだれを液晶の回転方向にそろえることでディスクリネーション欠陥の発生も防止できるので、コントラストの低下と残像の発生も完全に防止できる。

【0030】上記手段1、2、4を用いることで、液晶駆動電極の保持容量を大きくすることができ、共通電極と液晶駆動電極の画素周辺でのかさなり面積を縮小しても保持容量が小さくなるという問題が解消できる。これにより画素の開口率をupでき、光の利用効率が増える。

【0031】上記手段5を用いることで共通電極と液晶駆動電極のかさなり部分でのショートが激減し歩留がいちじろしく向上する。一層のみの絶縁膜で層間分離したのではゴミなどによる欠陥をゼロにすることができない。2層の絶縁膜による層間分離では欠陥と欠陥が重なることは、ほとんどなくなる。さらに絶縁膜が厚くなるので電極の段差部の絶縁破壊電圧も高くなるので、静電気によるショートが激減する。共通電極と液晶駆動電極のかさなり部分に関して自由に設計できるので、電界分布の形状も、液晶のディスクリネーションが発生しないように作ることができる。このために黒レベルでの光漏れが防止できコントラストの高い画像が得られる。

【0032】上記手段6、7、8を用いることで、横電界方式の液晶表示装置でも、ドット反転駆動方式の映像信号電圧を半分以上に低減することが可能となる。5V駆動の映像信号駆動ICを使用することができるので、ICのコストを安くすることができる。映像信号駆動電圧を従来の半分以上に低減することで大幅なICの消費電力を低減できる。さらに映像信号電圧の振幅が従来の半分以上になるために薄膜トランジスタの駆動能力が偶数フィールドと奇数フィールドで差が生じにくくなる。これにより液晶に、DCバイアスがかかりにくくなり残像が生じなくなる。ドット反転駆動なので、水平クロストーク、垂直クロストーク、フリッカーも発生しない。

【0033】上記手段6、9、10を用いることで、上記手段6、7、8を用いたときと同じ効果が得られる。共通電極をそれぞれ別々に分離し、別々の駆動電圧波形を印加することで、走査信号電圧波形に対する電圧波形変化のタイミングの自由度が大幅に拡大される。これにより共通電極の抵抗値を10倍以上に高くしても駆動タイミングの問題が発生しなくなる。共通電極の材料の自由度が広がり、電極の膜厚も非常に薄くすることが可能となる。共通電極の段差も小さくなるので段差部をひふくする絶縁膜の欠陥も発生しなくなりショートの発生が減少する。

【0034】上記手段11、12を用いることで、上記手段6、9、10を用いたときと同じ効果が得られる。この場合には、共通電極は、走査信号線と交差することはないので走査信号線の容量が小さくなり、走査信号線



の抵抗値をすこし高くすることができる。交差がないために共通電極と走査信号線のショートも発生しなくなる。歩留りを向上することが可能である。

【0035】上記手段9, 11, 13を用いることで、共通電極をそれぞれ別々に分離しても静電気による帯電時間を短くすることができるので絶縁破壊が生じにくくなりプロセス作業中のゴミの付着も減少し大幅に歩留りを向上することができる。

【0036】上記手段14を用いることで、安価で抵抗値の低いアルミニウムを走査信号配線に利用してもサイドロックが発生しなくなり歩留りを向上できる。

【0037】上記手段15, 16, 17を用いることでガラス基板にふくまれているナトリウムなどの可動性イオン物質がオーバーコート層をつきぬけて液晶中に溶出することを防止することができ、残像問題の発生をおさえることができる。液晶の比抵抗値の低下も防止できるので電荷保持率の高い信頼性の良い液晶パネルを作ることができる。ムラやコントラストの低下を防止できるので均一な良好な中間調表示が可能なる。静電気の帯電も防止できゴミの付着も少なくなる。

【0038】上記手段1, 2, 18を用いることで、ホトマスクのアライメントが多少ずれても階調反転を防止することができ、視角特性の片よりがなく、カラーシフトの生じにくい良好な画像を得ることができる。

【0039】

【実施例】

【実施例1】図5, 図6, 図7, 図8, 図9, 図10, 図11, 図12は、本発明の単位画素の平面図及び断面図である。図5, 図6, 図9の断面図は、図11であり、図7, 図8, 図10の断面図は図12である。走査信号配線は、Alなどの陽極酸化処理可能な金属が良いが、Cr, Mo, Ti, W, Ta, Nbなどの純金属や合金でもよい。電気抵抗値の低いCuやAlを主材料とし前記高融点金属や高融点金属の合金との二層構造、三層構造などが、超大型表示装置では用いられる。図5, 図6, 図9の場合には、走査信号配線①と共通電極③とを同じ層に同時に形成することもできるが、パターン不良による走査信号配線①と共通電極③とのショートが多発するので図11, 図12にあるように走査信号配線①と共通電極③とを別の層に分離した。これによりパターン不良が発生してもショートすることがなくなるので歩留りを大幅に向上することが可能となる。図7, 図8, 図10の場合も同様に映像信号配線②と共通電極③とを別の層に分離することでパターン不良が発生してもショートすることがないので歩留りが向上する。走査信号配線①の上に、ゲート絶縁膜▲45▼を形成してから非晶質シリコン膜層▲12▼を形成し、トランジスタの活性能動層とする。非晶質シリコン膜でなくポリシリコン膜層でも良い。ポリシリコン膜と非晶質膜の複合積層膜でも同じように良い。活性能動層の上にリンなどの不純物

をドーピングしたn+アモルファスシリコン層を形成する。次に活性能動層の一部に重畳するように映像信号配線とドレイン電極を形成する。図5, 図6, 図7, 図8図9, 図10の場合には、ドレイン電極と液晶駆動電極④は、同じ金属材料で、同時に形成される。図34にあるようにドレイン電極形成後パッシベーション膜を形成してからドレインスルーホールをあけ、ドレイン電極と液晶駆動電極とを電氣的に結びつけることも可能である。パッシベーション膜を形成した後図11では、ポリイミドからなる配向膜▲14▼を形成し、表面にラビング処理を施す。同じく表面にラビング処理を施した配向膜▲43▼を形成した対向基板▲47▼と、前記アクティブマトリックス基板の間に棒状の液晶分子⑩や▲10▼を含む、液晶組成物を封入し、二枚の基板の外表面に偏光板を配置して、横電界方向の液晶セルが完了する。

【0040】本発明の基本概念図は図31, 図32である。図31は正の誘電率異方性液晶⑩を使用する場合の、液晶駆動電極④と共通電極③の配置図と、それらの電極に対するラビング配向軸方向⑥の関係を示すものである。図32は、負の誘電率異方性液晶▲10▼を使用する場合の液晶駆動電極④と共通電極③の配置図と、それらの電極に対するラビング配向軸方向⑥の関係を示すものである。従来の電極形状配置は図1, 図3にあるように画素の中心を回転対称とする電極形状となっているが、本発明の場合には、画素の中心軸を線対称軸とした電極形状となっている。画素中央部の屈曲部では屈曲の凸部方向にそれぞれの電極が付き出しており、画素周辺部ではそれぞれの電極が屈曲の凹部方向におれ曲がっている。屈曲回数は一画素内で図31, 図32のように一回の屈曲でもよいし二回以上屈曲していてもよい。配向の方法もラビング法でなくても良い。UV配向膜を用いた配向方法を使用しても良い。本発明の場合一画素内で液晶分子の回転方向が左右2方向存在するために原理的にカラーシフトが生じない。このために従来の一方回転の横電界方式の液晶パネルでは屈折率異方性 $\Delta n$ の小さな液晶を用いなければカラーシフトを低減できなかったが、本発明の電極を用いることで $\Delta n$ の値を自由に設定することが可能となった。 $\Delta n$ を大きくできるので駆動電圧も小さくできる。配向膜もプレチルト角に支配されないで選択できる。

【0041】【実施例2】図33, 図34は、液晶駆動電極と共通電極が液晶分子の配向方向に対して画素周期で屈曲しており、屈曲の凸方向にそれぞれの画素内の周辺部電極がおれ曲がり、液晶駆動電極と液晶駆動電極に対向している共通電極とで形成される電界分布が走査信号配線を線対称軸とした分布、または映像信号配線を線対称軸とした分布になっている場合の単位画素の平面図である。隣接する2画素一組で実施例1の単位画素と同じ機能を発現している。コンピューター用ディスプレイとしては実施例1の電極構造が必要であるが、テレビな

どの動画を表示する場合には、図33や図34の電極構造が十分である。図33、図34は、共通電極が走査信号配線と交わらずに平行に配置された構造をしている。実施例1での図5、図6、図9と同じ配置である。図7、図8、図10のように映像信号配線に交わらずに平行に配置された構造も可能である。図33の一面素内の液晶駆動電極と共通電極は図5、図6と異なり一面素内では屈曲していないので、光の透過率を高めることができる。

【0042】〔実施例3〕実施例1、実施例2でのべたように、横電界方式の液晶表示パネルで液晶分子の回転運動方向が左方向と右方向の2方向回転が同時に生じる場合、液晶中には、カイラルドーパント材をふくまない方がよい。左右の回転駆動力に差が生じた場合、図5や図7のように電極の屈曲部でディスクリネーションの発生する構造では、ディスクリネーションが回転力の弱い方向の領域に成長していちじろしい画質の低下を生じることになる。ディスクリネーションの領域が拡大することでコントラストの低下、残像現象が見られる。図6、図8のように屈曲部の所で液晶駆動電極と共通電極をほんのわずかも交差するように設計することでディスクリネーションの発生を防止することができる。

【0043】〔実施例4〕図7、図8、図10、図36、図12は、走査信号配線と共通電極で絶縁膜をかいして液晶駆動電極の一部をはさみこんだ構造の平面図と断面図である。この構造により液晶駆動電極の保持容量を大きくすることができるので、共通電極と液晶駆動電極の有効画素内でのかさなり面積を縮小できる。これにより画素の開口率を拡大できる。図36の場合には、映像信号配線と共通電極がパッシベーション膜▲46▼をかいして交差するのでパッシベーション膜▲46▼を図7、図8、図10の構造のものよりも1.5倍から2倍程度厚くする必要がある。4000Å〜6000Å程度のパッシベーション膜を2回にわけてプラズマCVD装置を用いて形成することでピンホールによるショートが激減できる。

【0044】〔実施例5〕図5、図6、図9、図11は、共通電極と液晶駆動電極を2層以上の絶縁膜で層分離させた構造の平面図と断面図である。ガラス基板▲11▼の上に一番はじめに共通電極③を形成し次に下地絶縁膜▲44▼をプラズマCVD装置を用いて堆積させる。次に走査信号配線①を形成し、ゲート絶縁膜▲45▼を堆積させてから半導体層▲12▼と不純物をドーパしたn<sup>+</sup>アモルファスシリコン層を連続形成する。液晶駆動電極④と映像信号配線②は同じ金属材料を用いて同時に形成される。これらの上にパッシベーション膜▲46▼を堆積させた後液晶配向膜▲14▼をフレキシ印刷法により形成する。図11の断面図を見るとわかるように共通電極③と液晶駆動電極④とは、2層の絶縁膜によって層分離されている。この構造は従来の電極構造平面

図図1、図3にも適用することが可能である。従来の場合走査信号配線①と共通電極③は同じ層に同時形成されるために、ゴミや異物によるパターン不良が発生すると走査信号配線と共通電極はショートしてしまう確率が非常に高く歩留りを悪くしていた。さらに共通電極③と液晶駆動電極④は、ゲート絶縁膜▲45▼だけで絶縁分離されているためにピンホールが存在した場合ショートしてしまいこの画素は点欠陥となってしまう。本発明によれば2層の絶縁膜によって層分離されるために共通電極③と液晶駆動電極④のショートは激減し、走査信号配線①と共通電極③とのショートも激減し、大幅な歩留りの向上が実現できる。

【0045】〔実施例6〕図13、図15は、共通電極が走査信号配線と交差して2行にわたり屈曲して配置されている構造の平面図である。一面素単位で交差しているが2画素以上の単位で交差していてもよい。理想的なドット反転駆動方式を採用する場合には、図13、図15にあるような配置となる。図19、図20は、奇数群と偶数群に分離した共通電極に走査信号の周期にあわせて、それぞれ逆相の電圧信号波形を印加し、かつ奇数群、偶数群の共通電極に対向している液晶駆動電極に、共通電極とは、逆相の映像信号波形をそれぞれ印加する駆動電圧波形図である。この駆動方式では水平クロストークが発生しなくなり良好な画像が得られる。映像信号波形と逆相の電圧を共通電極に印加することで、液晶相に大きな電圧を印加できるので、共通電極電位を固定していた従来のドット反転駆動の場合の映像信号駆動振幅よりも1/2以下に低減が可能となる。これにより安価な5V駆動のICを使用することができるのでコストdownが可能となる。

【0046】〔実施例7〕図14、図16は、走査信号配線と交差して2行にわたり屈曲して配置されている共通電極をそれぞれ別々に分離した構造の平面図である。走査信号配線と映像信号配線と別々に分離された共通電極の3種類の電極が静電気対策用非線形素子により外周部の静電気対策用連結電極に接続されている。図21、図22は、別々に分離独立した共通電極にフィールド周期ごとに印加電圧極性を変化させ、かつ屈曲した共通電極に対向している液晶駆動電極に、共通電極とは逆相の映像信号電圧波形を、それぞれ印加する駆動電圧波形図である。本発明のように共通電極を別々に分離し、それぞれ固有の電圧波形を印加することで共通電極の極性変化のタイミングに関する条件が非常にゆるやかなものになる。走査信号配線がONする前であれば数本前の走査信号配線にあわせて極性を切り変えればよい。切り変えの電圧波形がゆっくり変化しても良いことになり、共通電極の金属材料の選択の自由度が大幅に拡大する。共通電極の配線抵抗の問題がなくなってしまうのである。図21、図22は、一番基本的な共通電極の駆動波形であり、フィールド周期ごとに共通電極の電位の極性変化が

あれば駆動波形としては十分であり、フィールド極性変化が生じてからの次のフィールド極性変化が生じるまでの期間の電圧波形は、まったく自由であり周波数に制限はない。

【0047】〔実施例8〕図17は、共通電極を奇数群と偶数群に分離し、走査信号周期にあわせて、それぞれ逆相の電圧信号波形を印加し、かつ奇数群、偶数群の共通電極に対向している液晶駆動電極に共通電極とは逆相の映像信号波形をそれぞれ印加するものである。実施例6とは異なり走査信号配線は同時に2本ONする駆動方式になっている。この構造でも映像信号配線の奇数番の偶数番では極性の異なる映像信号電圧を印加するので、クロストークの生じない画像を実現できる。カラーフィルターの色の配置としてデルタ配列を実現できるので混色の良い画像が得られる。

【0048】〔実施例9〕図18は、共通電極をそれぞれ別々に分離した構造の平面図である。走査信号配線と映像信号配線とそれぞれ別々に分離された共通電極の3種類の電極が静電気対策用非線形素子により外周部の静電気対策用連結電極に接続されている。図18の構造の場合実施例7とは異なり走査信号配線は同時に2本ONする駆動方式になっている。動作原理は実施例7とほとんど同じものを適用できる。

【0049】〔実施例10〕図28、図35は、一本の走査信号配線をはさんだ前後2行にわたり、薄膜トランジスタが交互に液晶駆動電極と接続されており、液晶駆動電極に対向している共通電極は、それぞれ各行ごとに分離独立している構造の平面図である。図29、30は、それぞれ各行ごとに分離独立している共通電極にフィールド周期の2倍の周期で信号電圧を印加し、フィールド周期ごとに印加電圧極性を変化させ、かつ共通電極に対向している液晶駆動電極に、共通電極とは逆相の映像信号電圧波形をそれぞれ印加する駆動電圧波形図である。動作原理は実施例7と同じである。

【0050】〔実施例11〕図23は従来アルミニウム電極を走査信号配線として用いる時の断面図である。アルミニウムのヒロック防止のために高融点金属▲29▼をキャップメタルとして用いている。アルミニウムの側壁の傾面の長さが1μm以上長くなると側壁からヒロックが発生する。これを防止するためにネオジウムなどの金属を1〜2アトミックパーセント程度混入させる方法がある。しかしアルミニウムの合金ターゲットを大面積で作成することは非常にむずかしく均一な組成を作ることには不可能にちかい。純アルミニウムを走査信号配線として使用することは、大画面の液晶表示パネルを作るうえで非常に重要なことである。本発明では純アルミニウムのサイドヒロックを防止するために、高温水蒸気酸化法を用いてアルミニウムの側壁に酸化アルミニウムを形成している。図24がその断面図である。他の方法としては、イオンインプラネーション技術を用いて、酸素イ

オンや窒素イオン、リンイオンなどを高融点金属とアルミニウムの側壁にイオン注入することでサイドヒロックを防止することも可能である。

【0051】〔実施例12〕図25は、横電界方式の液晶表示装置のカラーフィルター基板の断面図である。ガラス基板の上にBM（ブラックマスク）を形成し次にカラーフィルター層を形成する。ガラス基板には0.1〜1.0%程度アルカリ金属酸化物が混入されている。さらにカラーフィルター層の顔料や染料などは、多くの不純物を含有し、これらの可動イオン物質は、電界が存在すれば電界の方向にしたがって移動する性質をもっている。平坦化のためのオーバーコート層▲41▼は、有機物のものがおもに用いられているが、この膜には、可動イオンの電界移動を防止する能力はない。可動イオンのパッシベーション膜としてよく用いられる膜として、窒化シリコン膜や酸化窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜がある。本発明では、図25にあるようにこれらのパッシベーション膜をプラズマCVD技術やスパッタリング技術を用いてカラーフィルター層の上に形成することで、可動イオンが液晶層や配向膜表面まで移動することを防止している。この構造により横電界がカラーフィルター層やガラス基板にまで作用してもパッシベーション膜▲40▼によって可動イオンの流出は防止できる。これにより配向膜の配向不良や、残像問題が発生しなくなる。

【0052】〔実施例13〕図26、図27は、横電界方式の液晶表示装置のカラーフィルター基板の断面図と平面図である。液晶セル工程でのラビング処理プロセスで配向膜上に静電気が発生し、いろいろなトラブルの原因となっている。本発明では、オーバーコート層▲41▼の上に導電性の電極をメッシュ状または、ストライプ状に形成しこの電位をTFT基板側の映像信号電圧の中間値付近に設定することで、外部からの静電気の電界の影響を遮断している。オーバーコート層の上の導電性の電極の幅をBM幅よりも小さくすることでカラーフィルター基板と、TFT基板のアライメント精度が悪くなる場合でもTFT基板の液晶駆動電極に悪影響が出ないようにしている。

【0053】〔実施例14〕図5にあるように、液晶駆動電極と共通電極の電極間距離が1画素内ですべて均一でなく2種類以上の電極間距離の組み合わせで形成されている。映像信号配線に一番近い電極間距離を一番大きくすることで映像信号配線の影響を低減することが可能となり、垂直ストロークを低減することが可能となる。本発明の屈曲電極構造と組み合わせることカラーシフトがなくクロストークのない最高の画像が得られる。

【0054】

【発明の効果】 本発明によれば、第1に、画像の階調反転がなく、どこから見てもカラーシフトの生じない視角特性の良い画像が得られる。第2に、ディスクリネ

ーションの発生しないしかも残像の生じないコントラストの良い信頼性の高い画像表示装置を作れる。第3に、映像信号駆動ICに安価な5V ICを利用でき、従来の液晶部材を使用できるので、コストの安い、生産性の高い画像表示装置を提供できる。第5に、超大型大画面液晶表示装置を従来の金属材料を用いて実現することが可能となる。

# 【図面の簡単な説明】

【図1】 従来のディスクリネーション発生防止対策電極構造の平面図

【図2】 従来の直線状画素電極と正の誘電率異方性液晶の配向図

【図3】 従来のディスクリネーション発生防止対策電極構造の平面図

【図4】 従来の直線状画素電極と負の誘電率異方性液晶の配向図

【図5】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の単位画素の平面図

【図6】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の単位画素の平面図

【図7】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の単位画素の平面図

【図8】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の単位画素の平面図

【図9】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の単位画素の平面図

【図10】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の単位画素の平面図

【図11】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の単位画素の断面図

【図12】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の単位画素の断面図

【図13】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の画素配列の平面図

【図14】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の画素配列の平面図

【図15】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の画素配列の平面図

【図16】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の画素配列の平面図

【図17】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の画素配列の平面図

【図18】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の画素配列の平面図

【図19】 本発明の横電界方式液晶表示装置の駆動電圧波形図

【図20】 本発明の横電界方式液晶表示装置の駆動電圧波形図

【図21】 本発明の横電界方式液晶表示装置の駆動電圧波形図

【図22】 本発明の横電界方式液晶表示装置の駆動電圧波形図

【図23】 従来の走査信号配線の断面図

【図24】 従来の走査信号配線の断面図

【図25】 本発明の横電界方式液晶表示装置用カラーフィルターの断面図

【図26】 本発明の横電界方式液晶表示装置用カラーフィルターの断面図

【図27】 本発明の横電界方式液晶表示装置用カラーフィルターの平面図

【図28】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の画素配列の平面図

【図29】 本発明の横電界方式液晶表示装置の駆動電圧波形図

【図30】 本発明の横電界方式液晶表示装置の駆動電圧波形図

【図31】 本発明のディスクリネーション発生防止対策電極の構造の平面図と正の誘電率異方性液晶の配向図

【図32】 本発明のディスクリネーション発生防止対策電極の構造の平面図と負の誘電率異方性液晶の配向図

【図33】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の単位画素の平面図

【図34】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の単位画素の平面図

【図35】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の画素配列の平面図

【図36】 本発明の横電界方式薄膜半導体基板の単位画素の平面図

# 【符号の説明】

1—走査信号配線

2—映像信号配線

3—共通電極

4—液晶駆動電極

5—薄膜トランジスタ(TFT)素子

6—TFT基板側液晶配向軸

7—正の誘電率異方性液晶分子(P型液晶分子)と画素電極(共通電極と液晶駆動電極)の交差する角度

8—負の誘電率異方性液晶分子(N型液晶分子)と画素電極(共通電極と液晶駆動電極)の交差する角度

9—正の誘電率異方性液晶分子(P型液晶分子)

10—負の誘電率異方性液晶分子(N型液晶分子)

11—TFT側ガラス基板

12—半導体層

13—不純物をドーピングしたn<sup>+</sup>アモルファスシリコン層

14—配向膜

15—奇数番共通電極駆動用連結電極

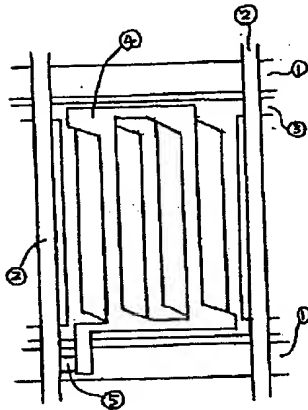
16—偶数番共通電極駆動用連結電極

17—静電気対策用素子

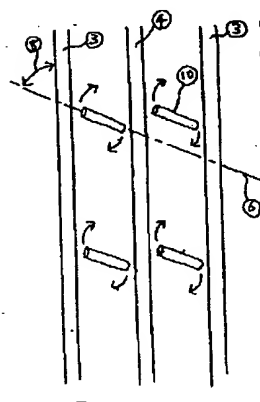
18—走査信号配線引き出し端子

- 19—映像信号配線引き出し端子  
 20—共通電極引き出し端子  
 21—静電気対策用連結電極  
 22— $n$  番走査信号配線駆動波形  
 23—奇数番共通電極駆動波形  
 24—奇数番映像信号波形  
 25— $(n+1)$  番走査信号配線駆動波形  
 26—偶数番映像信号波形  
 27—偶数番共通電極駆動波形  
 28—アルミニウム (or アルミニウム合金) 走査信号配線  
 29—高融点金属 (or 高融点金属のシリサイド化合物、高融点金属化合物)  
 30—側壁酸化アルミニウム  
 31— $(n-1)$  番走査信号配線駆動波形  
 32— $m$  番共通電極駆動波形 (直線接続型)

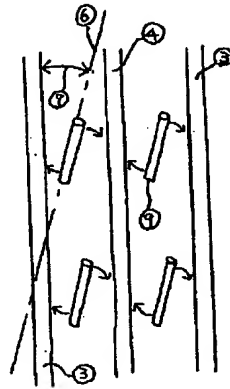
【図 1】



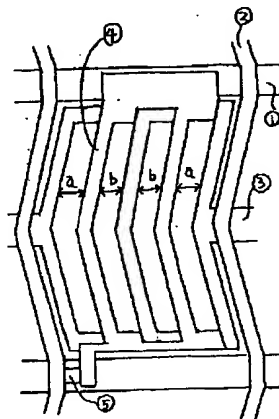
【図 4】



【図 2】

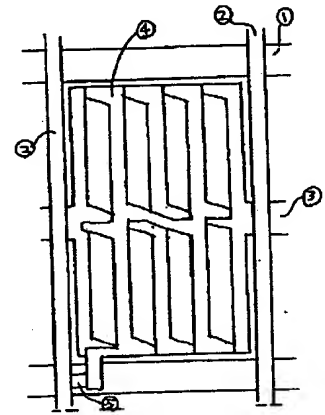


【図 5】

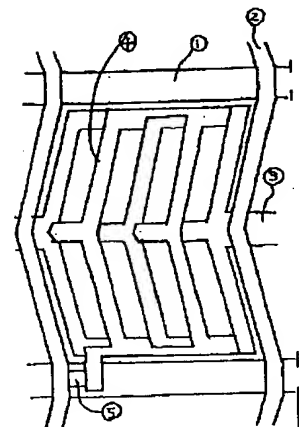


- 33— $m$  番共通電極駆動波形  
 34— $(m+1)$  番共通電極駆動波形 (直線接続型)  
 35—静電気対策用連結電極引き出し端子  
 36— $(m-1)$  番共通電極駆動波形  
 37— $(m+1)$  番共通電極駆動波形  
 38—ブラックマスク  
 39—カラーフィルター層  
 40—カラーフィルターパッシベーション膜  
 41—平坦化膜  
 42—静電気対策用導電性膜 (or 半導体膜)  
 43—カラーフィルター側液晶配向膜  
 44—下地絶縁膜  
 45—ゲート絶縁膜  
 46—TFTパッシベーション膜  
 47—カラーフィルター側ガラス基板  
 48—ドレインスルーホール

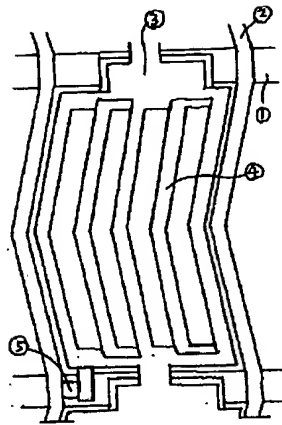
【図 3】



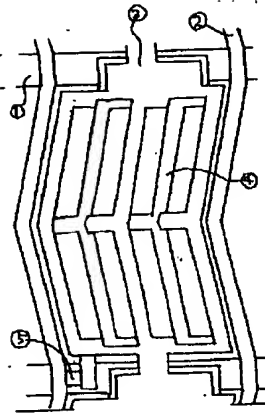
【図 6】



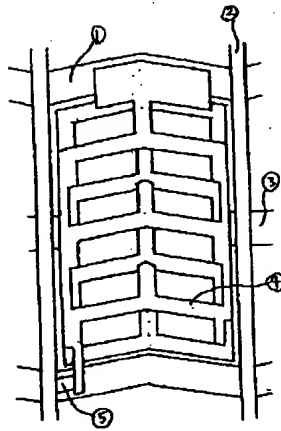
【図7】



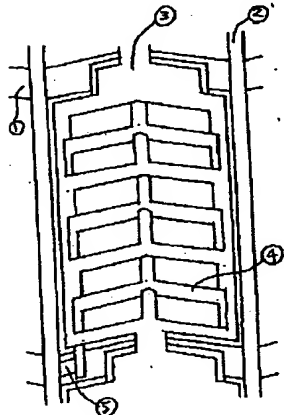
【図8】



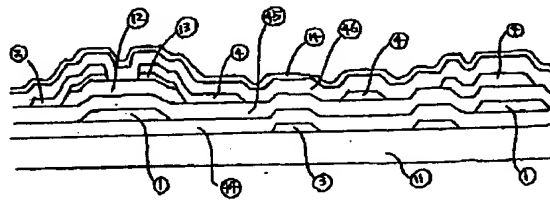
【図9】



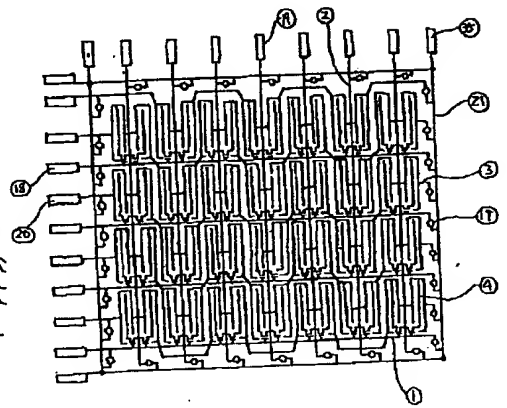
【図10】



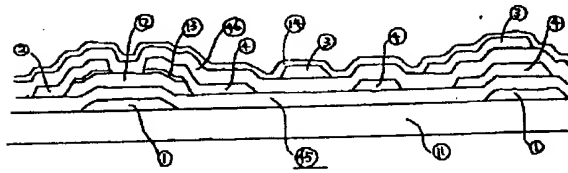
【図11】



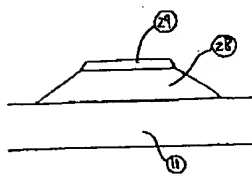
【図16】



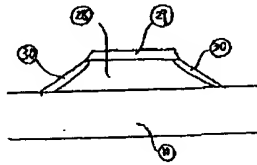
【図12】



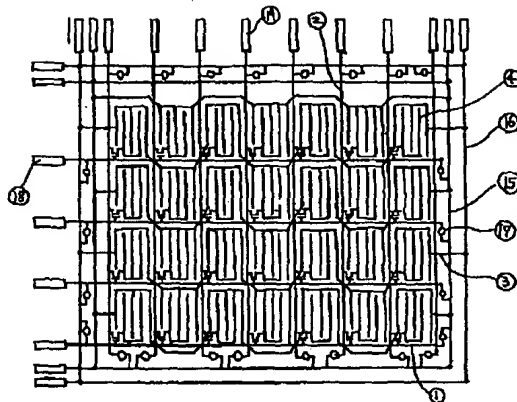
【図23】



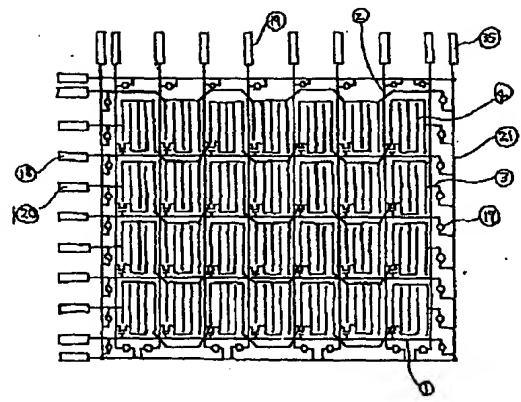
【図24】



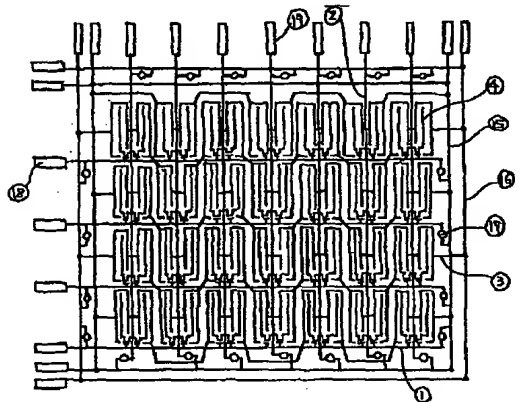
【図13】



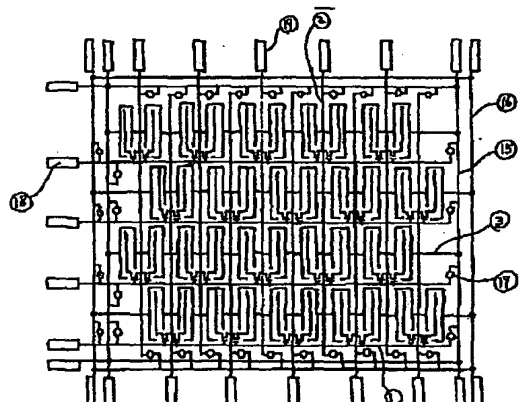
【図14】



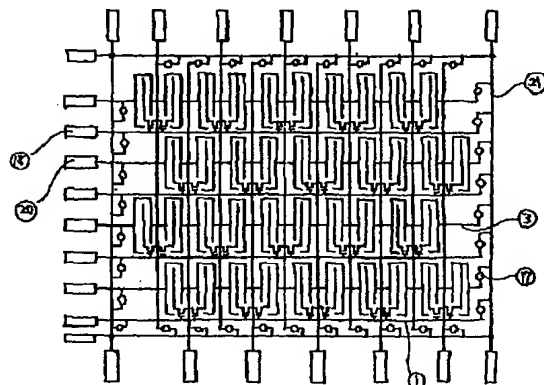
【図15】



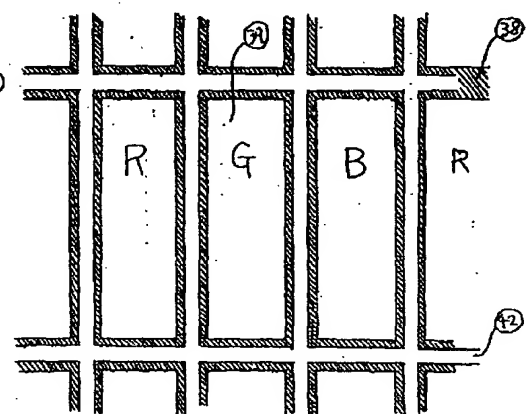
【図17】



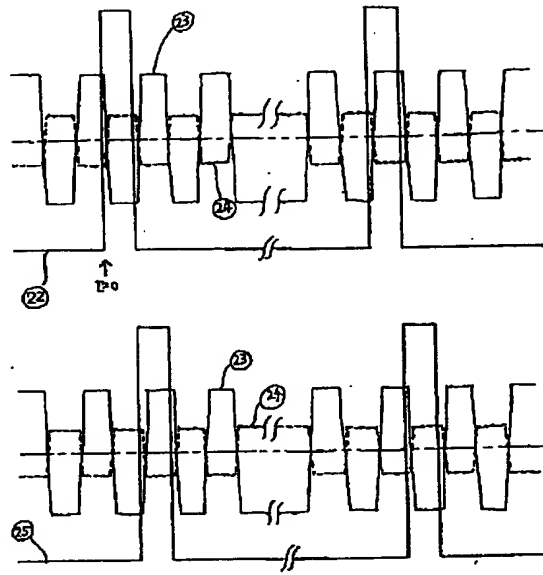
【図18】



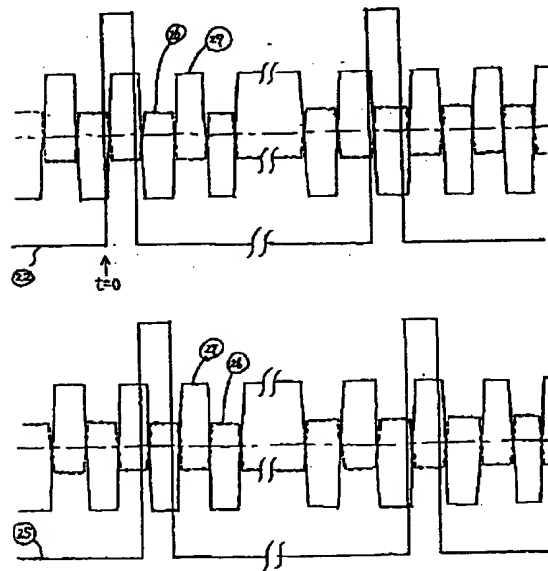
【図27】



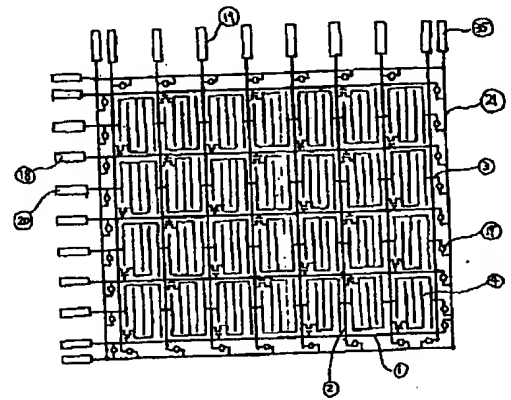
【図 19】



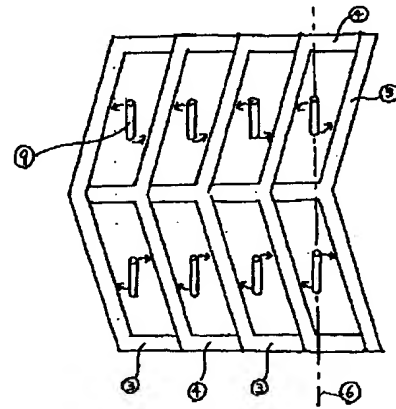
【図 20】



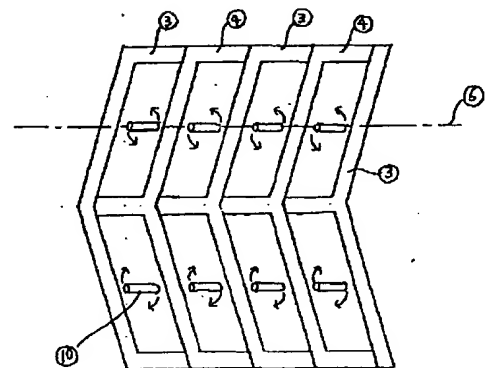
【図 28】



【図 31】

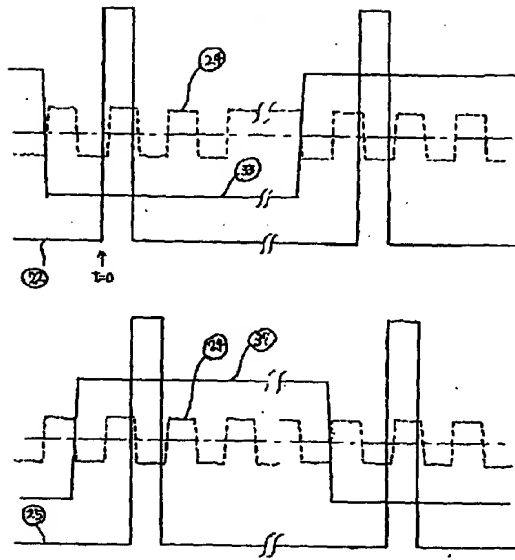


【図 32】

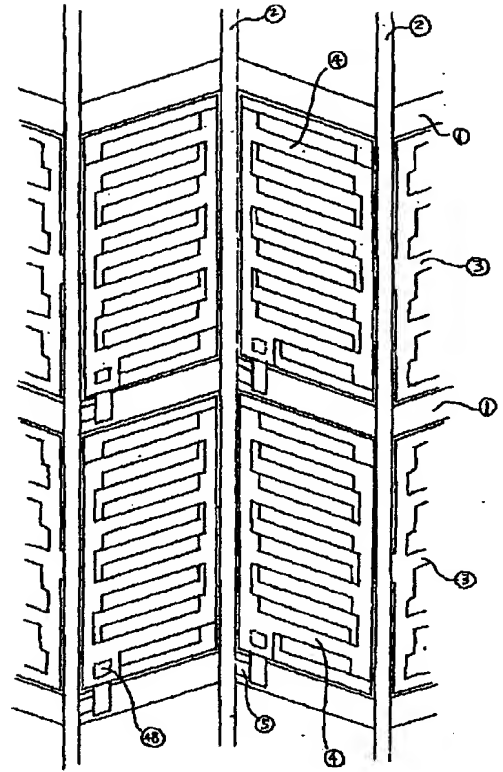




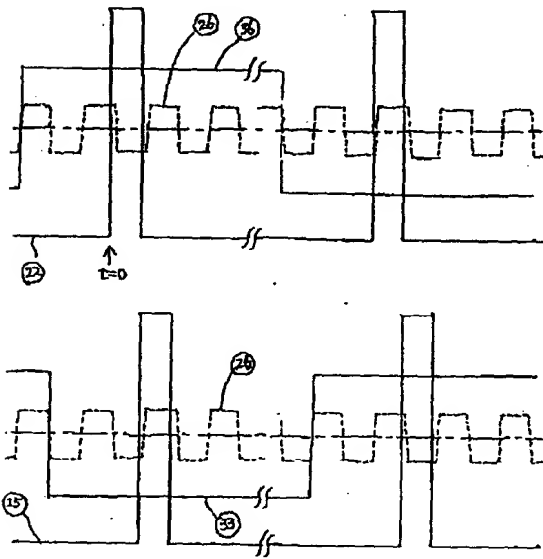
【図21】



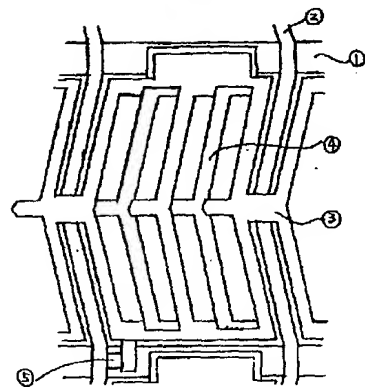
【図34】



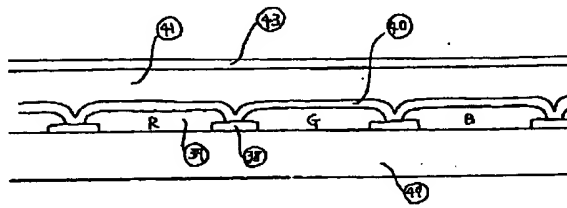
【図22】



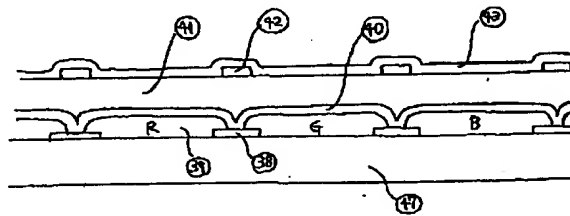
【図36】



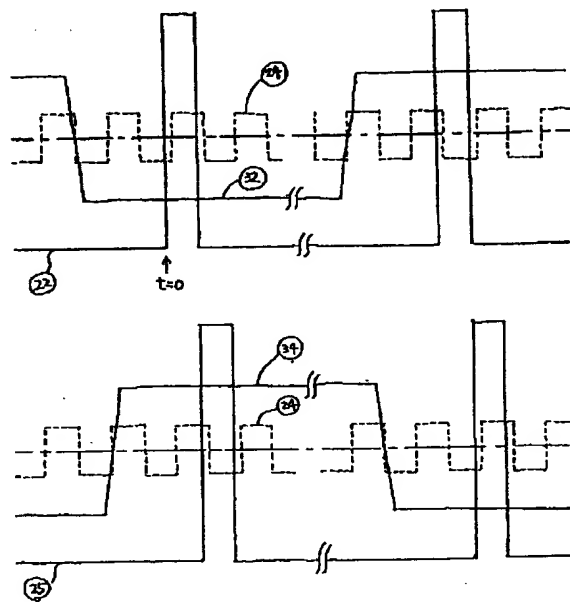
【図 2 5】



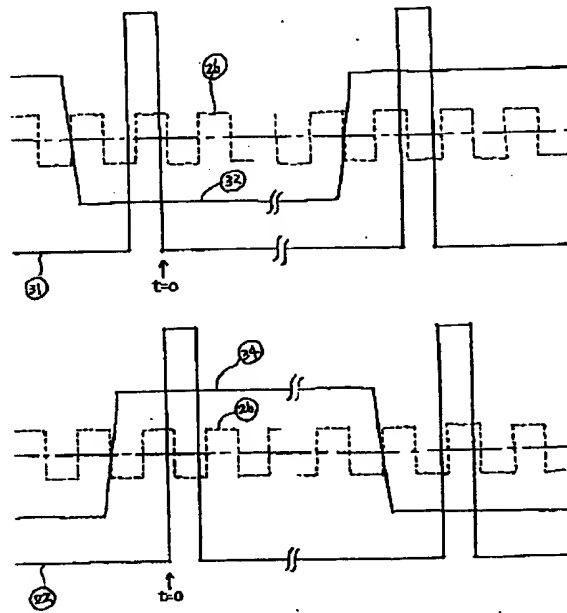
【図 2 6】



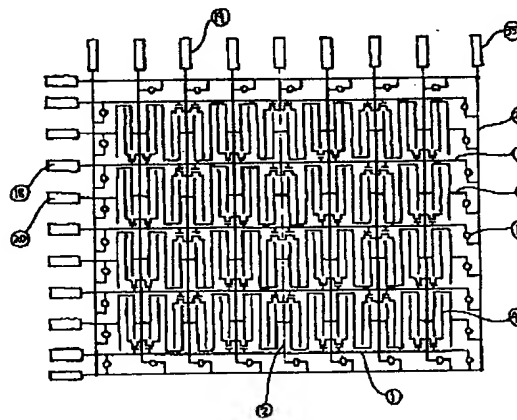
【図 2 9】



【図 3 0】



【図 3 5】



【図 3 3】

